

JUL 13 2004

THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re U.S. Patent Application of

Mizugaki *et al.*

Serial Number: 10/079,584

Patent No. 6,750,812B2

Filed : February 22, 2002

For: TERMINAL AND SERVER FOR MOBILE
TERMINAL POSITIONING SYSTEM

Attorney Docket No. ASAM.0046

Honorable Assistant Commissioner
for Patents Washington, D.C. 20231

Art Unit: 3662

Examiner:
Issing, Gregory C.

Certificate

JUL 15 2004

of Correction

LETTER

Sir:

The below-identified communications are submitted in the above-captioned application or proceeding:

- (x) Request for Certificate of Correction
- (x) Certificate of Correction
- (x) Copy of USPTO stamped postcard bearing date of February 22, 2002
- (x) Copy of the Information Disclosure Statement with PTO Form 1449
- (x) Copy of the Foreign Patent Document Number 07-181242
- (x) Copy of reference entitled "'Positioning Cellular Phone Without GPS --- Trilateration using coordinates of cellular base stations", The Nikkei Business Daily (3/16/2000) p.1.

- ☒ The Commissioner is hereby authorized to charge payment of any fees associated with this communication, including fees under 37 C.F.R. § 1.16 and 1.17 or credit any overpayment to **Deposit Account Number 08-1480**. A duplicate copy of this sheet is attached.

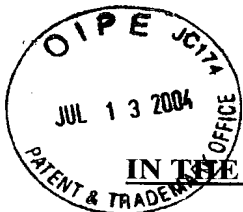
Respectfully submitted,

Stanley P. Fisher
Registration Number 24,344

Juan Carlos A. Marquez
Registration Number 34,072

REED SMITH LLP
3110 Fairview Park Drive
Suite 1400
Falls Church, Virginia 22042
(703) 641-4200
July 13, 2003

20 JUL 2004



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re U.S. Patent Application of

Mizugaki *et al.*

Serial Number: 10/079,584

Patent No. 6,750,812B2

Filed : February 22, 2002

For: **TERMINAL AND SERVER FOR MOBILE
TERMINAL POSITIONING SYSTEM**

Attorney Docket No. ASAM.0046

Honorable Assistant Commissioner
for Patents Washington, D.C. 20231

Art Unit: 3662

Examiner:
Issing, Gregory C.

LETTER

Sir:

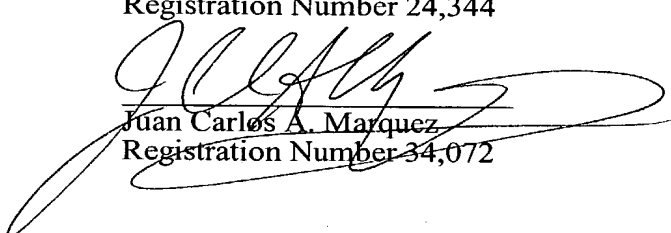
The below-identified communications are submitted in the above-captioned application or proceeding:

- (x) Request for Certificate of Correction
- (x) Certificate of Correction
- (x) Copy of USPTO stamped postcard bearing date of February 22, 2002
- (x) Copy of the Information Disclosure Statement with PTO Form 1449
- (x) Copy of the Foreign Patent Document Number 07-181242
- (x) Copy of reference entitled "'Positioning Cellular Phone Without GPS --- Trilateration using coordinates of cellular base stations", The Nikkei Business Daily (3/16/2000) p.1.

- ☒ The Commissioner is hereby authorized to charge payment of any fees associated with this communication, including fees under 37 C.F.R. § 1.16 and 1.17 or credit any overpayment to **Deposit Account Number 08-1480**. A duplicate copy of this sheet is attached.

Respectfully submitted,

Stanley P. Fisher
Registration Number 24,344


Juan Carlos A. Marquez
Registration Number 34,072

REED SMITH LLP
3110 Fairview Park Drive
Suite 1400
Falls Church, Virginia 22042
(703) 641-4200
July 13, 2003



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re U.S. Patent Application of

Mizugaki *et al.*

Serial Number: 10/079,584

Patent No. 6,750,812B2

Filed : February 22, 2002

**For: TERMINAL AND SERVER FOR MOBILE
TERMINAL POSITIONING SYSTEM**

Attorney Docket No. ASAM.0046

Art Unit: 3662

**Examiner:
Issing, Gregory C.**

**Honorable Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231**

REQUEST FOR CERTIFICATE OF CORRECTION

Sir:

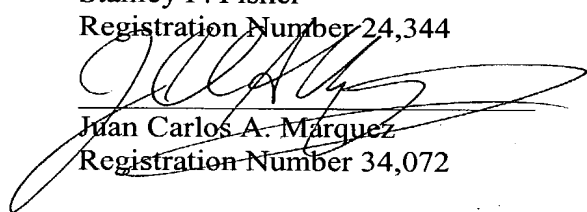
The Commissioner is hereby respectfully requested to approve and issue a Certificate of Correction in accordance with the attached Certificate of Correction. The Certificate is directed to adding one (1) Foreign Patent reference which had been omitted from the list of References Cited (Item 56) in the issued patent referenced above. These references were timely filed with an Information Disclosure Statement on February 22, 2002. The Examiner, in a telephone conversation, indicated the USPTO had no record of receiving the references cited on the PTO Form 1449 filed on February 22, 2002. Subsequent telephone conversations were conducted with the Examiner's Supervisor Thomas Tarcza regarding the unacknowledged references due to the Examiner's absence. The Examining Supervisor on June 18, 2004 requested that a Certificate of Correction be submitted to include proof of the IDS and PTO Form 1449 filed with the references on February 22, 2002.

The Applicants hereby attach 1) a copy of the USPTO stamped postcard bearing date of February 22, 2002; 2) a copy of the Information Disclosure Statement with PTO Form 1449; 3) a copy of the Foreign Patent Document Number 07-181242; and 4) a copy of reference entitled ""Positioning Cellular Phone Without GPS --- Trilateration using coordinates of cellular base stations", The Nikkei Business Daily (3/16/2000) p.1.

Since the correction being requested appears to have resulted from an error on the part of the U.S. Patent and Trademark Office, no fee is deemed to be necessary. However, the Commissioner is hereby authorized to charge payment of any fees associated with this communication, including fees under 37 C.F.R. § 1.16 and 1.17 or credit any overpayment to **Deposit Account Number 08-1480.**

Respectfully submitted,

Stanley P. Fisher
Registration Number 24,344



Juan Carlos A. Marquez
Registration Number 34,072

REED SMITH LLP
3110 Fairview Park Drive
Suite 1400
Falls Church, Virginia 22042
(703) 641-4200
July 13, 2004

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE CERTIFICATE OF CORRECTION

PATENT NO. : 6,750,812 B2
DATED : June 15, 2004
INVENTOR(S) : Mizugaki et al.

It is certified that error appears in the above-identified patent and that said Letters Patent is hereby corrected as shown below:

Please add under Item (56) Reference Cited:

Foreign Patent Documents:

Document #	Date	Country
07-181242	12/22/1993	Japan

Other Documents:

"Positioning Cellular Phone Without GPS --- Trilateration using coordinates of cellular base stations", The Nikkei Business Daily (3/16/2000) p.1

MAILING ADDRESS OF SENDER:

Stanley P. Fisher
Reed Smith LLP
3110 Fairview Park Drive, Ste 1400
Falls Church, VA 22042

PATENT NO. 6,750,812 B

No. of additional copies



This collection of information is required by 37 CFR 1.322, 1.323, and 1.324. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 1.0 hour to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Attention Certificate of Corrections Branch, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

20 JUL 2004



REED SMITH HAZEL & THOMAS, LLP -3110 Fairview Park Drive, Suite 1400, Falls Church, VA 22042

PATENT APPLICATION

Atty Docket No.: ASAM.0046 (NEW)

Enclosed for filing herewith is a ☒ Utility ☐ Design ☐ Provisional Application ☐ Continuation of Application Number _____
filed _____ ☐ Divisional of Application Number _____ filed _____

Applicant(s): MIZUGAKI et al

For: Terminal and Server for Mobile Terminal Positioning System

The PTO stamp hereon acknowledges receipt of:

☒ 31 pages of specification with 14 claims & 1 p. abstract

☒ Check - \$ 780.00

☐ Associate Power of Attorney

☒ Assignment w/PTO-1595

☐ Priority Document(s)

☐ Preliminary Amendment

☒ Declaration ☒ Executed ☐ Unexecuted

☒ 6 Sheets of Drawings -- ☐ Formal ☐ Informal

☐ Small Entity Statements ☐ Inv. ☐ Sm. Bus. ☐ Non-inv. ☐ Non-profit

☐

☐

☒

☒

☐

☐

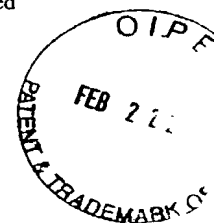
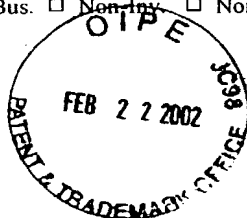
Letter to Draftsman

Information Disc. Stmt./refs.

Notice of Priority

Statement Regarding Sequence Listing under 37 C.F.R. § 1.821

☐ Non-publication Requested



[Handwritten signature]



THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re U.S. Patent Application of)
MIZUGAKI et al.)
Application Number: To Be Assigned)
Filed: Concurrently Herewith)
For: TERMINAL AND SERVER FOR MOBILE TERMINAL)
POSITIONING SYSTEM)

**Honorable Assistant Commissioner
for Patents
Washington, D.C. 20231**

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT

Sir:

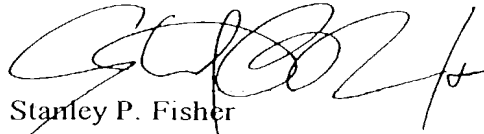
Pursuant to 37 C.F.R. §§ 1.56 and 1.97, this Information Disclosure Statement is submitted in the above-identified patent application. A listing of documents to be published on the face of any patent granted from this application is submitted herewith on Form PTO-1449. Any other documents or information submitted for consideration by the Examiner are listed in this paper. A copy of each U.S. and foreign patent, or each publication or portion thereof listed or herein identified, is submitted herewith.

This Information Disclosure Statement is submitted with the initial application. Accordingly, no fee is due or payable at this time.

The Examiner is requested to acknowledge consideration of the information provided in this paper in accordance with prescribed procedures.

Please charge any additional fees or credit any overpayments in connection with this paper to Deposit Account No. 08-1480.

Respectfully submitted,



Stanley P. Fisher
Registration Number 24,344

JUAN CARLOS A. MARQUEZ
Registration No. 34,072

REED SMITH LLP
3110 Fairview Park Drive
Suite 1400
Falls Church, Virginia 22042
(703) 641-4200

February 22, 2002

Form PTO 1449 U.S. Department of Commerce Patent and Trademark Office Information Disclosure Statement by Applicant	ATTY. DOCKET NUMBER ASAM.0046	SERIAL NUMBER To Be Assigned
	APPLICANT MIZUGAKI et al.	
	FILING DATE Concurrently Herewith	GROUP



U.S. Patent Documents

Examiner Initial	DOCUMENT NUMBER	DATE	NAME	CLASS	SUB- CLASS	FILING DATE

Foreign Patent Documents

Examiner Initial	DOCUMENT NUMBER	FILING DATE	COUNTRY	CLASS	SUB- CLASS	TRANSLATION	
						YES	NO
	07-181242	12/22/93	Japan			X	

Other Documents (Including Author, Title, Date Pertinent Pages, Etc.)

		"Positioning Cellular Phone Without GPS --- Trilateration using coordinates of cellular base stations", The Nikkei Business Daily (3/16/2000) p.1

EXAMINER	DATE CONSIDERED
----------	-----------------

EXAMINER: Initial if citation is considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609; draw a line through citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant

PTO1449

20 JUL 2004

W129

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-181242

(43)Date of publication of application : 21.07.1995

(51)Int.Cl.

G01S 5/10
H04Q 7/34
H04B 1/707

(21)Application number : 05-324512

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 22.12.1993

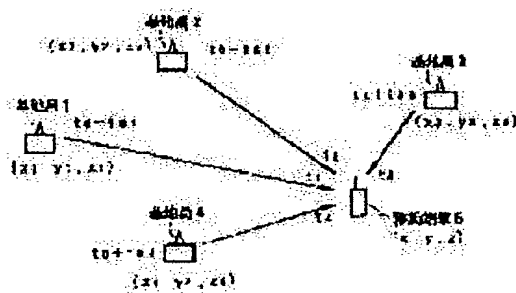
(72)Inventor : SUGITA TAKEHIRO

(54) POSITION MEASURING SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To find a position of a moving terminal by subtracting a difference of a transmitting time previously determined at every base station from the same series of a spectrum divergence signal which a plurality of the base stations transmit and obtaining a propagation delay time difference of the spectrum divergence signal.

CONSTITUTION: Distances of each base station 1-4 to a moving terminal 5 is found by multiplying propagation times of the base stations 1-4 to the moving terminal 5 by light velocity. Here the unknowns are 7 including a coordinate (x, y, z) of the terminal 5 and the propagation time of the base station 1-4 to the moving terminal 5. The moving terminal 5 measures time differences wherein PN(pseudo-noise) signals of the base stations 1-4 come to the moving terminal 5, for instance, one base station 1 is made a standard, and the time differences at the time of receiving of the PN signals from the base stations 2, 3, 4 can be obtained. The distances between the base stations 1-4 and the moving terminal, the time difference at the time of receiving of the PN signals from the base stations 1-4 are found and thereby 7 solutions can be obtained in the unknowns and the position of the moving terminal 5 can be judged.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

20.06.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

W129

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-181242

(43) 公開日 平成7年(1995)7月21日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 S 5/10		Z 4240-5 J		
H 0 4 Q 7/34				
H 0 4 B 1/707				
		7605-5 K	H 0 4 B 7/ 26	1 0 6 A
			H 0 4 J 13/ 00	D
			審査請求 未請求	請求項の数17 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願平5-324512

(22) 出願日 平成5年(1993)12月22日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 杉田 武弘

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

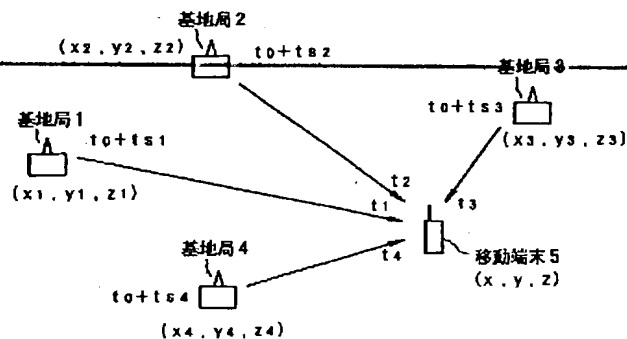
(74) 代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54) 【発明の名称】 測位システム

(57) 【要約】

【構成】 CDMA方式デジタル移動通信システムにおける4つの基地局1、2、3、4の座標と上記4つの基地局1、2、3、4から移動端末5へ送信される信号の伝搬時間とを用いて、上記4つの基地局1、2、3、4のPN符号の送信時の時間差を得、上記移動端末5の位置を測定する。

【効果】 移動局に位置を簡易に求めることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の基地局との間でCDMA方式により通信を行う移動通信システムにおける移動局の位置を測定する測位システムであって、

上記複数の基地局が送信する同系列のスペクトル拡散信号から、予め各基地局毎に決められた送信時間の差分を減算して、複数の基地局からのスペクトル拡散信号の伝搬遅延時間差を得ることにより、上記移動局の位置を求めることを特徴とする測位システム。

【請求項2】 上記移動局は上記複数の基地局が送信するスペクトル拡散信号と同じスペクトル拡散信号を発生し、このスペクトル拡散信号と上記複数の基地局が送信するスペクトル拡散信号との相関値を算出する相関値算出手段と、この相関値を遅延する複数の遅延手段と、これら複数の遅延手段からの複数の遅延信号を相互に比較する複数の比較手段と、これら複数の比較手段により比較された複数の遅延信号が所定のエネルギー以上のエネルギーをもつスペクトル拡散信号を受信した時刻を測定する測定手段とにより、上記移動局はスペクトル拡散信号の受信タイミングを決定することを特徴とする請求項1記載の測位システム。

【請求項3】 上記移動局はマルチパスによって複数のタイミングで受信した複数の基地局からのスペクトル拡散信号の中で最短タイミングのスペクトル拡散信号を、所定の基地局から送信されるスペクトル拡散信号の受信タイミングとすることを特徴とする請求項2記載の測位システム。

【請求項4】 上記移動局から遠い基地局から送信されるスペクトル拡散信号の拡散符号長を大きくして、相関値を計算することを特徴とする請求項1又は3記載の測位システム。

【請求項5】 上記移動局は複数の基地局から送信されるスペクトル拡散信号を検出した後、スペクトル拡散符号検出のための拡散符号長を大きくして既に検出したタイミングより早い範囲で、さらに先行するタイミングのスペクトル拡散信号があるか否かを検索することを特徴とする請求項3記載の測位システム。

【請求項6】 上記移動局は、予め複数の基地局毎に決められたスペクトル拡散信号の送信時間の差分と位置情報とをテーブルとして備え、複数の基地局から送信されるスペクトル拡散信号の周期情報を送信するためのシンク・チャンネルのメッセージを復調し、復調タイミングを検出する復調手段と、上記復調手段により復調されたデータから上記基地局のスペクトル拡散信号の送信時間の差分を求めるシフト量抽出手段と、上記スペクトル拡散信号の受信時刻を検出する受信信号検出手段と、上記復調手段からの復調タイミングと上記シフト量抽出手段からの送信時間の差分と上記受信信号検出手段からのスペクトル拡散信号の受信時刻とにより受信信号の基準タイミングを求めるタイミング抽出手段と、上記タイミン

グ抽出手段により抽出された受信信号の基準タイミングから複数の基地局の座標情報を求める基地局座標出力手段と、上記タイミング抽出手段からの複数の基地局の受信時刻及び送信時間の差分と、上記基地局座標出力手段からの複数の基地局の座標情報とにより複数の基地局の位置を算出する位置算出手段とから成ることを特徴とする請求項1記載の測位システム。

【請求項7】 上記シンク・チャンネルのメッセージには、所定の基地局及びこの所定の基地局の周辺の基地局のスペクトル拡散信号の送信時間の差分と座標情報とが含まれ、上記復調手段により復調されたデータから複数の基地局の送信時間の差分に対応する座標情報を抽出する座標情報抽出手段を設けることを特徴とする請求項6記載の測位システム。

【請求項8】 上記所定の基地局及びこの所定の基地局の周辺の基地局のスペクトル拡散信号の送信時間の差分と座標情報とを含むメッセージをチャンネルの割り当て情報の送信に用いられるページング・チャンネルを介して送信することを特徴とする請求項7記載の測位システム。

【請求項9】 上記所定の基地局及びこの所定の基地局の周辺の基地局のスペクトル拡散信号の送信時間の差分と座標情報とを含むメッセージを測位専用チャンネルを介して送信することを特徴とする請求項7記載の測位システム。

【請求項10】 上記測位専用チャンネルのデータレートを小さくし、スペクトル拡散信号の拡散率を大きくすることを特徴とする請求項9記載の測位システム。

【請求項11】 上記各基地局において、所定の基地局の座標情報はそのまま送信し、周辺の基地局の座標情報は上記所定の基地局との差を送信することを特徴とする請求項7、8、又は9記載の測位システム。

【請求項12】 上記所定の基地局及び所定の基地局の周辺の基地局のスペクトル拡散信号の送信時間の差分と座標情報とを送信する際に、それぞれの基地局毎の誤り検出符号又は誤り訂正符号を送信することを特徴とする請求項9記載の測位システム。

【請求項13】 上記移動局から基地局方向の通信チャンネルの内のアクセス・チャンネルを用いて、上記移動局の位置情報を基地局或いは測位専用の管理局に送信することを特徴とする請求項1記載の測位システム。

【請求項14】 上記移動局が待ち受け状態の場合には上記アクセス・チャンネルを用い、上記移動局が通話状態の場合には音声情報の送信に用いられるトラフィック・チャンネルを用いて上記移動局の位置情報を基地局或いは測位専用の管理局に送信することを特徴とする請求項13記載の測位システム。

【請求項15】 上記移動局から基地局方向の通信チャンネルに測位結果送信用チャンネルを設け、この測位結果送信用チャンネルを用いて上記移動局の位置情報を基

地局或いは測位専用の管理局に送信することを特徴とする請求項13記載の測位システム。

【請求項16】 上記移動局から送信されるスペクトル拡散信号のデータレートを小さくし、スペクトル拡散信号の拡散率を大きくすることを特徴とする請求項15記載の測位システム。

【請求項17】 上記移動局は上記移動通信システムにより使用される周波数チャンネル以外の周波数チャンネルを用いて、上記移動通信システムによる複数の基地局或いは測位専用の管理局又は既存の通信網による複数の基地局に上記移動局の位置情報を送信することを特徴とする請求項1記載の測位システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、移動局（移動端末）の位置を測位する測位システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、移動局或いは移動端末の測位を行う測位システムとしては、航法システムの一つであり、人工衛星から発射する電波を利用して位置情報を得る方法であるGPS（グローバル・ポジショニング・システム）や、船舶のための電波による航行援助システムを利用する航法であって、陸上の送信局からの同一周波数の同期したパルス電波の到来時間差を測定して距離を求めるいわゆるロラン-C等が知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記GPSやロラン-Cを用いて測位を行う場合には、アンテナや別の受信機器等が必要となる。そこで、上記GPSやロラン-C等よりも、さらに簡易な測位システムとして、移動通信システムを利用して測位を行うことが好ましい。その具体例として、CDMA（符号分割多元接続：Code Division Multiple Access）方式のいわゆるデジタルセルラシステムを用いて測位を行う測位システムが考えられる。

【0004】 近年、情報の帯域幅より数百～数千倍もの広いスペクトル帯域に被変調波を拡散させて通信を行うスペクトル拡散通信方式、即ちいわゆるSS方式が注目されている。このスペクトル拡散通信方式により、送信機側で搬送波（キャリア）がPN（疑似雑音）符号系列によって変調されて、周波数スペクトルが拡散される。また、受信機側では、送信機と同一構造のPN符号系列発生器により発生するPN系列を用いた逆拡散過程或いは相関過程を経た後、ベースバンド復調されることによりデータを取得する。

【0005】 上記スペクトル拡散通信方式により受信機側で受信信号を復調するためには、受信信号のPN系列のパターンが一致していること以外に、時間的にも一致していなければならない。即ち、発生タイミング或いは発生位相が一致していなければならない。よって、通信

回線を成立させることができるのは、同一系列で時間的にも位相が一致した場合のみである。このようなスペクトル拡散通信方式の特徴を利用し、同じ周波数帯を用いて、PN系列の違いにより多数のチャンネルを使用することが可能となる。このようなスペクトル拡散通信方式の特徴を用いてPN符号によってチャンネルの識別を実現し、多元接続を行う方式をCDMA方式と呼ぶ。

【0006】 このCDMA方式によるデジタル移動通信システムは音声通話を目的に構築されようとしているシステムであり、従来のアナログセルラと比較して非常に大きな通信容量、高品質な通話を実現することが特長である。このCDMA方式デジタル移動通信システムは上述のスペクトル拡散通信方式により、複数の基地局からパイロット・チャンネルと呼ばれるチャンネルで拡散符号（パイロットPN符号）が繰り返し送られているため、各基地局からの拡散符号の伝搬遅延時間差を測定すれば、基本的には移動局の測位を行うことは可能である。

【0007】 しかし、このCDMA方式デジタル移動通信システムを用いた測位システムには、次のような問題点がある。

【0008】 先ず、移動端末側で測位を行う全ての測位システムに共通することであるが、測位用の電波の放射点の位置が判っていなければならない。CDMA方式デジタル移動通信システムでは、この放射点は基地局にあたるが、その放射点の位置が移動局において予め判っている必要がある。

【0009】 また、CDMA方式デジタル移動通信システムは音声通話のためのシステムであり、この本来のサービスに悪影響、例えば通信容量を損なうことなどが無いように、測位システムが実現されなければならない。

【0010】 ここで、移動通信システムの基本的な構成を図20に示す。図20に示す基地局1、基地局2、及び基地局3を含む領域（サービスエリア）201、202、203は隙間無く並べられている。例えば、領域203内の基地局3から移動端末204へ送信する場合には、基地局3からの電波は公衆回線網により交換制御局200を介して移動端末204に送信される。

【0011】 これらの領域201、202、203の境界付近では、回線を接続できる基地局が複数存在することになるが、他の領域への干渉を小さく抑えるために各基地局1、2、3の送信電力は必要最小限に抑えられている。よって、ある領域の中央付近で、他の領域の回線を接続することができるほど、他の領域の基地局の送信電力は大きくない。

【0012】 図21はセルラに代表される陸上移動通信の電波伝搬の概略的な構成を示している。セルラの場合には、基地局、例えば基地局4のアンテナ高は数十メートルであり、それ程高くないため、郊外で見通しの良い

ところでないかぎり移動端末204に電波が直接届くことは無い。よって、通常は、ビル、山、及び崖等による反射波RWを受信することになる。この場合には、図21に示すように、反射波RWの伝搬距離は直接波DWの伝搬距離よりも大きくなる。これが位置計算の障害となる。

【0013】図22は電波の伝搬距離と信号強度との関係を示す。移動端末204における基地局からの電波の強度、即ち信号強度は遠い基地局ほど小さくなる。遠い基地局は10km以上になることも予想され、非常に弱い信号を検出しなければならない。

【0014】このように、人工衛星を用いた測位システムの場合、移動端末は人工衛星から直接届く直接波を受信して所在位置を計算するが、セルラのような地上通信の場合には、移動端末が基地局からの直接波を受信できることは稀であり、多くの場合は反射波を受信する。その場合に、位置計算に大きな誤差を生ずる可能性があり、これをいかに小さく抑えるかが重要となる。人工衛星を用いた測位システムの場合には、移動端末における各人工衛星からの電波強度は大きく変わらないが、CDMA方式デジタル移動通信システムを用いた場合には、移動端末における各基地局からの電波強度は大きく違っており、これに対して配慮しなければならない。

【0015】そこで、本発明は上述の実情に鑑み、従来よりも簡易な方法を用いて、移動端末において測位を行うことができる測位システムを提供するものである。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明に係る測位システムは、複数の基地局との間でCDMA方式により通信を行う移動通信システムにおける移動局の位置を測定する測位システムであって、上記複数の基地局が送信する同系列のスペクトル拡散信号から、予め各基地局毎に決められた送信時間の差分を減算し、複数の基地局からのスペクトル拡散信号の伝搬遅延時間差を得ることにより、上記移動局の位置を求めることにより上述した課題を解決する。

【0017】また、上記移動局は上記複数の基地局が送信するスペクトル拡散信号と同じスペクトル拡散信号を発生し、このスペクトル拡散信号と上記複数の基地局が送信するスペクトル拡散信号との相関値を算出する相関値算出手段と、この相関値を遅延する複数の遅延手段と、これら複数の遅延手段からの複数の遅延信号を相互に比較する複数の比較手段と、これら複数の比較手段により比較された複数の遅延信号が所定のエネルギー以上のエネルギーをもつスペクトル拡散信号を受信した時刻を測定する測定手段とにより、上記移動局はスペクトル拡散信号の受信タイミングを決定することを特徴とする。

【0018】さらに、上記移動局はマルチパスによって複数のタイミングで受信した複数の基地局からのスペクトル拡散信号の中で最短タイミングのスペクトル拡散信

号を、所定の基地局から送信されるスペクトル拡散信号の受信タイミングとすることを特徴とする。

【0019】また、上記移動局から遠い基地局から送信されるスペクトル拡散信号の拡散符号長を大きくして、相関値を計算することを特徴とする。

【0020】さらに、上記移動局は複数の基地局から送信されるスペクトル拡散信号を検出した後、スペクトル拡散符号検出のための拡散符号長を大きくして既に検出したタイミングより早い範囲で、さらに先行するタイミングのスペクトル拡散信号があるか否かを検索することを特徴とする。

【0021】ここで、上記移動局は、予め複数の基地局毎に決められたスペクトル拡散信号の送信時間の差分と位置情報とをテーブルとして備え、複数の基地局から送信されるスペクトル拡散信号の周期情報を送信するためのシンク・チャンネルのメッセージを復調し、復調タイミングを検出する復調手段と、上記復調手段により復調されたデータから上記基地局のスペクトル拡散信号の送信時間の差分を求めるシフト量抽出手段と、上記スペクトル拡散信号の受信時刻を検出する受信信号検出手段と、上記復調手段からの復調タイミングと上記シフト量抽出手段からの送信時間の差分と上記受信信号検出手段からのスペクトル拡散信号の受信時刻とにより受信信号の基準タイミングを求めるタイミング抽出手段と、上記タイミング抽出手段により抽出された受信信号の基準タイミングから複数の基地局の座標情報を求める基地局座標出力手段と、上記タイミング抽出手段からの複数の基地局の受信時刻及び送信時間の差分と、上記基地局座標出力手段からの複数の基地局の座標情報とにより複数の基地局の位置を算出する位置算出手段とから成ることを特徴とする。

【0022】また、上記シンク・チャンネルのメッセージには、所定の基地局及びこの所定の基地局の周辺の基地局のスペクトル拡散信号の送信時間の差分と座標情報とが含まれ、上記復調手段により復調されたデータから複数の基地局の送信時間の差分に対応する座標情報を抽出する座標情報抽出手段を設けることを特徴とする。

【0023】ここで、上記所定の基地局及びこの所定の基地局の周辺の基地局のスペクトル拡散信号の送信時間の差分と座標情報とを含むメッセージをチャンネルの割り当て情報の送信に用いられるページング・チャンネル又は測位専用チャンネルを介して送信することを特徴とする。

【0024】さらに、上記測位専用チャンネルのデータレートを小さくし、スペクトル拡散信号の拡散率を大きくすることを特徴とする。

【0025】尚、上記各基地局において、所定の基地局の座標情報はそのまま送信し、周辺の基地局の座標情報は上記所定の基地局との差を送信することを特徴とする。

【0026】そのうえ、上記所定の基地局及び所定の基地局の周辺の基地局のスペクトル拡散信号の送信時間の差分と座標情報とを送信する際に、それぞれの基地局毎の誤り検出符号又は誤り訂正符号を送信することを特徴とする。

【0027】上記移動局から基地局方向の通信チャンネルの内のアクセス・チャンネルを用いて、上記移動局の位置情報を基地局或いは測位専用の管理局に送信することを特徴とする。

【0028】また、上記移動局が待ち受け状態の場合には上記アクセス・チャンネルを用い、上記移動局が通話状態の場合には音声情報の送信に用いられるトラフィック・チャンネルを用いて上記移動局の位置情報を基地局或いは測位専用の管理局に送信することを特徴とする。

【0029】このとき、上記移動局から基地局方向の通信チャンネルに測位結果送信用チャンネルを設け、この測位結果送信用チャンネルを用いて上記移動局の位置情報を基地局或いは測位専用の管理局に送信することを特徴とする。

【0030】また、上記移動局から送信されるスペクトル拡散信号のデータレートを小さくし、スペクトル拡散信号の拡散率を大きくすることを特徴とする。

【0031】さらに、上記移動局はCDMA方式移動通信システムにより使用される周波数チャンネル以外の周波数チャンネルを用いて、CDMA方式移動通信システムによる複数の基地局或いは測位専用の管理局又は既存の通信網による複数の基地局に上記移動局の位置情報を送信することを特徴とする。

【0032】

【作用】本発明においては、移動局において、CDMA方式デジタル移動通信システムにおける複数の基地局が送信する同系列のスペクトル拡散信号から予め各基地局毎に決められた送信時間の差分を減算し、複数の基地局からのスペクトル拡散信号の伝搬遅延時間差を得ることにより、簡易に移動局の位置を求める。

【0033】

【実施例】以下、本発明の好ましい実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0034】図1は、本発明に係る測位システムの基地局からの送信の概略的な構成を示す。移動局の所在を特定するには最低3つの基地局からの信号を受信しなければならない。しかし、受信できる基地局が多ければそれだけ推定精度は向上する。よって、この図1では、基地局を4つとし、移動端末5、基地局1、基地局2、基地局3、基地局4の座標を、それぞれ (x, y, z) 、

(x_1, y_1, z_1) 、 (x_2, y_2, z_2) 、

(x_3, y_3, z_3) 、 (x_4, y_4, z_4) とする。

【0035】ここで、図2に、各基地局の送信部の概略的な構成を示す。本発明の測位システムが適用されるCDMA方式デジタル移動通信システム、例えばいわ

ゆるデジタルセルラシステムでは、複数の基地局間で送受信を行い、その送受信に用いられるスペクトル拡散信号には、送信時の基準タイミングに対する上記複数の基地局毎に設定された時間遅延量、具体的にはいわゆるパイロットPNオフセットが含まれることが特徴となっている。このCDMA方式デジタル移動通信システムにおける基地局から移動局方向（フォワード・リンク）への信号には、パイロット・チャンネル、シンク・チャンネル、ページング・チャンネル、トラフィック・チャンネルの4種類のコード・チャンネルが用意されている。パイロット・チャンネルはデータを含まずPN符号が繰り返し送られるチャンネルであり、移動端末5の同期獲得と維持、及びクロック再生のために用いられる。シンク・チャンネルは基地局と移動端末5との間で時刻情報及び長周期のPN符号を合わせるために使用される。ページング・チャンネルは最大7通りであり、ハンドオフに必要な情報、着信時の端末呼び出し情報、発信時の基地局からの応答情報、及びトラフィック・チャンネルの割り当て情報の送信に用いられるチャンネルである。トラフィック・チャンネルは最大64通りであり、通話時に使用される音声情報を送信するチャンネルである。

【0036】CDMA方式デジタル移動通信システムでは上記4つのチャンネルデータに掛け合わせる拡散符号を変えて多重化され、同一周波数で送られる。このシステムではPN符号と直交関数系のウォルシュ符号（Walsh Code）とを掛け合わせた符号が拡散符号となり、このウォルシュ符号を変えることで各チャンネルを生成している。

【0037】先ず、PN符号発生器6により発生されたPN符号は、乗算器7、8、10、12に送られる。パイロット・チャンネルのためのウォルシュ符号（Walsh Code 0）は常時ゼロであり、乗算器7を介したPN符号はそのままパイロット・チャンネルとしてチャンネル加算器14に送られることになる。よって、移動端末5において基地局から送信されるPN符号を検出するときには、パイロット・チャンネルの拡散符号のタイミングを検索する。また、シンク・チャンネル・データは、値が32のウォルシュ符号とPN符号とが乗算器8で乗算された値と乗算器9で乗算される。ページング・チャンネル・データは、値が1のウォルシュ符号とPN符号とが乗算器10で乗算された値と乗算器11で乗算される。トラフィック・チャンネル・データは、値がnのウォルシュ符号とPN符号とが乗算器12で乗算された値と乗算器13で乗算される。上記パイロット・チャンネル及びそれぞれの乗算器9、11、13で乗算されたチャンネルはチャンネル加算器14に送られた後、基地局の変調器へ送出される。

【0038】移動端末5ではPN符号発生器6が生成する拡散符号を選択することにより、パイロット・チャンネル以外の希望のコード・チャンネルのデータを復調す

る。CDMA方式デジタル移動通信システムは、他の方式の移動通信システムと異なり、隣合う領域、即ちサービスエリアを含めて全ての基地局が同一の周波数を使用する。このため、1周波数チャンネルを受信する一つの受信機で複数の基地局が送信するPN符号を検出できるので、測位を行うには非常に都合が良い。また、パイロットPNオフセットと呼ばれる基準タイミングからの遅延時間が基地局毎に予め決められていて、各基地局はPN符号を上記パイロットPNオフセット分だけ遅延して送信している。よって、スペクトル拡散においては、時間差を持たせて多重された信号であれば受信側で分離復調できるので、移動端末において複数の基地局からのPN符号を検出することが可能である。

【0039】次に、受信側である移動端末について説明する。CDMA方式デジタル移動通信システムを利用した測位システムでは、移動端末において各基地局が送信するパイロット・チャンネルを受信し、検出する。図3には、各基地局から送信されるパイロット・チャンネルを検出する検出回路の概略的な構成を示す。

【0040】基地局からの信号は移動端末のアンテナ15を介して受信機16に入力される。受信機16では、受信された周波数がマッチト・フィルタ17に最適な周波数にダウンコンバートされ、検波されて、マッチト・フィルタ17に入力される。マッチト・フィルタ17は予め決められた符号列、即ちPN符号との相関値を計算し、その相関の程度に応じた出力が得られる。

【0041】図4は上記マッチト・フィルタ17の出力の一例として、米国のCDMA方式デジタル移動通信システムの出力を示す。このCDMA方式デジタル移動通信システムによるPN符号の周期は約26.7msであり、上記マッチト・フィルタ17からの出力もその周期で特定の基地局に対応する出力となる。異なる基地局はPN符号を予め決められた送信時間の差分、具体的にはいわゆるパイロットPNオフセット分だけずらして送信している。このパイロットPNオフセットとは、スペクトル拡散信号の送信時の基準タイミングに対する各基地局毎に設定された時間遅延量のことである。よって、上記マッチト・フィルタ17からの出力も、パイロットPNオフセット分だけずれた時刻に検出される。

尚、各基地局1、2に対応する出力S1、S2が複数の

$$(x-x_1) \times 2 + (y-y_1) \times 2 + (z-z_1) \times 2 = (tp_1 \times c) \times 2 \dots (1)$$

$$(x-x_2) \times 2 + (y-y_2) \times 2 + (z-z_2) \times 2 = (tp_2 \times c) \times 2 \dots (2)$$

$$(x-x_3) \times 2 + (y-y_3) \times 2 + (z-z_3) \times 2 = (tp_3 \times c) \times 2 \dots (3)$$

$$(x-x_4) \times 2 + (y-y_4) \times 2 + (z-z_4) \times 2 = (tp_4 \times c) \times 2 \dots (4)$$

ここで、cは光速である。

【0046】上記(1)～(4)式において、未知数はx、y、z、 tp_1 、 tp_2 、 tp_3 、 tp_4 の7個である。次に、各基地局がPN符号の先頭を送信する時刻はそれぞれ $t_0 + ts_1$ 、 $t_0 + ts_2$ 、 $t_0 + ts_3$ 、 $t_0 + ts_4$ である。これらの時刻によるPN符

号を持っているのは、複数の反射波によるいわゆるマルチパスが存在し、伝搬経路長差に応じた時間だけずらしてPN符号が検出されるためである。

【0042】図5には、各基地局から送信されるパイロット・チャンネルを検出するための回路の第2の概略的な構成を示す。アンテナ20を介して得られる基地局からの信号は受信機21でダウンコンバート及び検波され、乗算器22に入力される。一方、PN符号発生器23で発生されたPN符号も上記乗算器22に入力され、受信信号と掛け合わされる。この掛け合わされた信号は次に積算器24に入力され、各時刻の掛け算結果が足し合わされていく。上記積算器24では制御回路26のリセット信号によりリセットされてから入力信号を足し合わせ、その出力は制御回路26によりホールド回路25でホールドされ、相関結果が得られる。この相関結果は瞬間での相関値であり、PN符号1周期分の結果を得るためにはPN符号発生器23の出力を時間的にシフトさせて、上記一連の相関値を得る操作を繰り返す。ここで、制御回路26からPN符号発生器23に入力される信号はPN符号をシフトするための制御信号である。この検出回路を用いることにより図3に示す構成からの出力と同様の出力を得ることができるが、PN符号1周期分の結果を得るのに時間がかかる。しかし、回路規模が小さくて済むことが特徴である。

【0043】次に、測位方法について詳細に説明する。上記各基地局1、2、3、4から送信される信号の移動端末5までの伝搬時間を tp_1 、 tp_2 、 tp_3 、 tp_4 とする。上記基地局1、2、3、4は予め決められたパイロットPNオフセット分だけずらしてPN符号を送信しており、その遅延時間を ts_1 、 ts_2 、 ts_3 、 ts_4 とする。また、時間的にずらさないで送信する場合のPN符号を送信する時刻を t_0 とし、移動局の移動端末5が各基地局1、2、3、4のPN符号を受信する時刻を t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 とする。

【0044】よって、各基地局1、2、3、4と移動端末5との距離は伝搬時間に電波の速度、即ち光速をかけたものに等しいので、次の(1)～(4)式が得られる。ここでは、4つの基地局からのPN符号を検出できたとして説明している。

【0045】

号を移動端末5が受信する時刻には伝搬遅延が加わるので、それぞれの時刻は $t_0 + ts_1 + tp_1$ 、 $t_0 + ts_2 + tp_2$ 、 $t_0 + ts_3 + tp_3$ 、 $t_0 + ts_4 + tp_4$ となる。ここで、移動端末5内での処理時間は相殺されるため、上記それぞれの時刻では削除してある。

【0047】CDMA方式デジタル移動通信システム

では移動端末5の正確な時刻合わせは行なわれないため、移動端末5側では時刻 t_0 を判別することができない。従って、移動端末5が測定することができるのは、図6に示されるように各基地局のPN符号が移動端末5に到来する時間差である。例えば、基地局1を基準にし

$$dt_2 = t_2 - t_1 = t_0 + ts_2 + tp_2 - (t_0 + ts_1 + tp_1) = ts_2 - ts_1 + tp_2 - tp_1 \dots (5)$$

$$dt_3 = t_3 - t_1 = t_0 + ts_3 + tp_3 - (t_0 + ts_1 + tp_1) = ts_3 - ts_1 + tp_3 - tp_1 \dots (6)$$

$$dt_4 = t_4 - t_1 = t_0 + ts_4 + tp_4 - (t_0 + ts_1 + tp_1) = ts_4 - ts_1 + tp_4 - tp_1 \dots (7)$$

【0049】上記(1)～(4)式に上記(5)～

(7)式を加えると合計7式になり、未知数は7個であるので解を得ることができる。また、5つ以上の基地局からのPN符号が検出された場合には、最小自乗法等を用いて解を求めることができ、基地局が4つの場合と比較して測位精度の向上が期待できる。

【0050】次に、スペクトル拡散信号の到来タイミングを決定するためのPN符号検出回路の概略的な構成を図7に示す。移動端末5において受信された信号はPN符号相関器30でPN符号との相関値が計算され出力される。このPN符号相関器30は、具体的には図3又は図5に示した回路を用いる。このPN符号相関器30から出力される相関値を c とし、この相関値 c を遅延回路31で遅延した信号を b 、この遅延信号 b を遅延回路32でさらに遅延した信号を a とする。また、閾値を d とする。比較器33、34を用いて、それぞれ $a < b$ 、 $c < b$ の条件で最高点を検出し、比較器35を用いて $b > d$ の条件で一定レベル以上のものを検出して、AND回路36を介すことにより、時刻を記録するためのイネーブル信号 EN_1 として書き込み制御回路37に入力される。一方、時計、或いはタイマ39の値は書き込み制御回路37に入力される。書き込み制御回路37は、上記イネーブル信号である入力信号 EN_1 、及び後述する入力信号 EN_2 、 EN_3 が全てハイレベルの場合に、書き込み信号WRを出力し、また、時計39からの値をメモリ等から成る記録媒体38へ記録する。

【0051】上記CDMA方式デジタル移動通信システムの受信側では、RAKE受信機という技術を使用する。従来の移動通信システムでは、マルチパスが存在すると妨害となっていたが、CDMA方式デジタル移動通信システムで用いられるスペクトル拡散技術では、マルチパスが存在しても各反射波にPN符号のタイミングを合わせて逆拡散することによりそれぞれの反射波を別々に復調することができるため、マルチパスを復調し合成することで誤り率を改善する特徴がある。従って、CDMA方式デジタル移動通信システムでは、より強いマルチパスを利用しようとする。即ち、マルチパスが存在し、PN符号検出器に複数のピークが検出された場合には、エネルギーの大きい信号から選んで復調する。

【0052】これに対して、本発明の測位システムでは、各基地局からの複数のマルチパスのうち最も早い反射波の受信時刻を測位に利用する。測位システムにおい

た基地局2、基地局3、及び基地局4からのPN符号の受信時の時間差 dt_2 、 dt_3 、 dt_4 は次の(5)～(7)式に示すようになる。

【0048】

では、基地局から移動端末までの直線距離を知ることが重要であり、遅延の小さなパスほど直接波に近く、伝搬時間に光速を掛けた値が基地局と移動端末の直線距離に近くなるためである。

【0053】図8は、上述のマルチパスのうちで最も早い反射波を受信する受信機の概略的な回路図である。ここで、PN符号検出回路40は、図7に示す回路である。図9に示されるように、PN符号検出器40からの出力ODはマルチパスによって各基地局毎に固まって出現する。従って、このマルチパスから各反射波を検出する場合には、各基地局に対応した範囲を定め、その範囲内のみを調べる。これにより不要な範囲を調べることがない。上記PN符号検出器40は、図9の検出期間IPを示す信号を入力信号 EN_2 として入力することにより、決められた範囲内の最高点のみが記録される。一方、Dフリップフロップ41からの出力はNOT回路42で反転され、この反転信号が入力信号 EN_3 として入力される。このDフリップフロップは検出期間IPの先頭で発生されるリセット信号REにより出力がローレベルとなり、検出期間IP内で最高点が検出される。次に、書き込み信号WRが発生されるとハイレベルとなり、それ以後の記録が禁止される。このため、検出範囲内の先頭の最高点の受信時刻のみが記録される。図5に示すようなPN符号相関器の場合には、このPN符号相関器内で発生されるPN符号のタイミングを進める方向で動作させれば、PN符号の相関出力は図9で示される出力とは時間的に逆方向に出力される。その場合には、入力信号 EN_3 を使用する必要がない。即ち、同じ検出範囲内で最高点が検出されれば、重ね書きするようにしておけば良い。

【0054】上述のように、4つの基地局のパイロット・チャンネルに含まれるPN符号を検出するためには、遠くて信号強度の弱いPN符号も検出しなければならない。図5に示すPN符号相関器を用いた場合には、PN符号長を長くしても、回路規模は殆ど大きくならず、相関をとるPN符号長を変えることが容易である。但し、相関をとるPN符号長を長くすれば遠くの基地局から届く弱いPN符号まで検出することができるが、複数の基地局分の検出期間を一通り調べるのに時間がかかり過ぎてしまう。そこで、まずPN符号長を比較的短くしてPN符号の検出を行う。これにより、基地局4つ分のPN符号の検出ができれば、移動端末の位置を計算すること

ができる。また、基地局が4つに満たない場合には、PN符号長を長くして未検出範囲を調べることににより、あまり時間をかけずに遠い基地局まで検出することができる。さらに、後述するような方法で、各基地局のパイロットPNオフセットと基地局の位置情報とを保持することにより、信号の強い基地局の近傍に移動端末がいると考え、この移動端末の近傍の基地局からの各基地局の距離をもとに、検出できそうな基地局を選択して、検出期間を限定したり基地局毎にPN符号長を変えて相関をとったりすることで検出時間の短縮或いは検出能力、即ち感度を高めることも可能である。

【0055】1つの基地局からのマルチパスのうち最も早い反射波の受信時刻を記録したり、相関をとるPN符号長を長くすることで検出能力を高くしたりする方法について上述したが、信号強度が小さくてもできる限り早い反射波を見つけるためには相関をとるPN符号長を長くする必要がある。しかし、PN符号長を常時長くすると、検出に要する時間が長くなり過ぎる。そこで、時間がかからない程度のPN符号長で検出を行い、次にPN符号が検出されたタイミングの直前の短期間を符号長を長くして再検出することで早い反射波を検出する。これにより、早い信号強度の弱いPN符号を、検出時間をあまりかけずに検出することができる。また、移動端末における基地局4つ分のPN符号の受信時刻が測定でき、これにより移動端末の位置を上記(1)～(7)式を用いて計算したときに、通常の範囲を越えた解が得られた場合、或いは基地局5つ以上のPN符号の受信時刻が得られ、最小自乗法などを用いて解を求めた結果、誤差が大きいと判断された場合に、もっと早い反射波を見つけるために、PN符号長を長くして再検出を行っても良い。

【0056】上述したように、各基地局の位置を既知とした場合には、計算により移動端末の位置を特定することができる。しかし、CDMA方式デジタル移動通信システムにおいては、移動端末が基地局の位置を知る手段を有しておらず、新たにその手段を用意しなければならない。よって、この基地局の位置を知る手段として、移動端末内にパイロットPNオフセットから基地局の位置を求める変換テーブルを予め内蔵し、位置計算に使用する手段を用いる。

【0057】図10には、移動端末の受信回路の第1の概略的な構成を示す。移動端末の電源投入後、或いはリセット後、図7に示すような構成のPN符号検出器52でPN符号のタイミングを調べ、その結果をシンク・チャンネル復調器50に送る。シンク・チャンネル復調器50は、上記入力されたタイミングにPN符号を合わせ、シンク・チャンネル・データを復調する。シンク・チャンネルにはその基地局の情報が送られており、パイロットPNオフセットが含まれる。PN時間シフト量抽出回路51は、上記復調されたシンク・チャンネル・デ

ータからその基地局のパイロットPNオフセットを抽出する。抽出されたパイロットPNオフセットは基地局別PN符号タイミング抽出回路53に供給される。一方、PN符号検出器52は各タイミングの相関値を基地局別PN符号タイミング抽出回路53に供給する。基地局別PN符号タイミング抽出回路53はシンク・チャンネル復調器50が発生しているPN符号の復調タイミングとPN時間シフト量抽出回路51から受け取るパイロットPNオフセットとから基準のタイミングを検出し、PN符号検出器52の検出結果から検出できた各基地局のパイロットPNオフセット ts_1 、 ts_2 、...を特定して基地局座標出力回路54に供給するとともに、各基地局のパイロットPNオフセット ts_1 、 ts_2 、...と受信時刻 t_1 、 t_2 、...とを位置計算回路55に供給する。各基地局のPN符号のパイロットPNオフセットを受け取った基地局座標出力回路54は位置計算回路55に各基地局の座標を供給する。位置計算回路55は各基地局のパイロットPNオフセット ts_1 、 ts_2 、...、受信時刻 t_1 、 t_2 、...、及び各基地局の座標情報 (x_1, y_1, z_1) 、 (x_2, y_2, z_2) 、...から移動端末の位置を計算し、結果を出力する。

【0058】次に、移動端末の受信回路の第2の概略的な構成を図11に示す。この第2の実施例が、上述した第1の実施例と異なる点は、基地局の位置情報である座標情報を基地局からシンク・チャンネルを介して受け取って用いることである。基地局はシンク・チャンネルを用いて自局のパイロットPNオフセットだけでなく、周辺の基地局のパイロットPNオフセットと座標情報とを送信する。

【0059】ここで、図12にCDMA方式デジタル移動通信システムにおける基地局から移動局方向へのメッセージのフォーマットを示す。このメッセージは、メッセージ長ML、メッセージ・タイプMTとデータDTとから成るメッセージ・ボディMB、及びエラー・チェック・ビットECにより構成される。このメッセージの内のメッセージ・タイプMTに、新たに基地局のパイロットPNオフセットと座標情報とを割り当てることによって、シンク・チャンネルを用いて上記データを移動端末に送ることが可能になる。

【0060】移動端末の電源投入後、或いはリセット後、移動端末はPN符号検出器62でPN符号のタイミングを調べ、その結果をシンク・チャンネル復調器60に送る。シンク・チャンネル復調器60はそのタイミングにPN符号を合わせ、シンク・チャンネル・データを復調する。シンク・チャンネルにはその基地局の情報が送られており、その中にはパイロットPNオフセットが含まれる。PN時間シフト量抽出回路61はその復調されたシンク・チャンネル・データからその基地局のパイロットPNオフセットを抽出する。抽出されたパイロ

トPNオフセットは基地局別PN符号タイミング抽出回路63に供給される。基地局座標情報抽出回路66は上記復調されたシンク・チャンネル・データから各基地局のパイロットPNオフセットに対応する基地局の座標情報を抽出し、基地局座標出力回路64に供給する。これにより、基地局座標出力回路64はパイロットPNオフセットと基地局の座標情報とのテーブルを持つことができる。一方、PN符号検出器62は各タイミングの相関値を基地局別PN符号タイミング抽出回路63に供給する。基地局別PN符号タイミング抽出回路63はシンク・チャンネル復調器60が発生しているPN符号のタイミングとPN時間シフト量検出回路61から受け取るパイロットPNオフセットとから基準のタイミングを検出し、PN符号検出器62の検出結果から検出された各基地局のパイロットPNオフセット t_{s1} 、 t_{s2} 、 \dots を特定して基地局座標出力回路64に供給するとともに、各基地局のパイロットPNオフセット t_{s1} 、 t_{s2} 、 \dots と受信時刻 t_1 、 t_2 、 \dots とを位置計算回路65に供給する。また、各基地局のPN符号のパイロットPNオフセットを受け取った基地局座標出力回路64は、位置計算回路65に各基地局の座標情報を供給する。位置計算回路65は各基地局のPN符号のパイロットPNオフセット t_{s1} 、 t_{s2} 、 \dots 、受信時刻 t_1 、 t_2 、 \dots 、及び各基地局の座標情報 (x_1, y_1, z_1) 、 (x_2, y_2, z_2) 、 \dots から移動端末の位置を計算し、結果を出力する。

【0061】次に、移動端末の受信回路の第3の概略的な構成を図13に示す。この第3の実施例が、上述した第1の実施例と異なる点は、基地局の座標情報を基地局から既存のページング・チャンネルを介して受け取って用いることである。基地局はページング・チャンネルを用いて自局のパイロットPNオフセットだけでなく、周辺の基地局のパイロットPNオフセットと座標情報とを送信する。移動端末の電源投入後、或いはリセット後、PN符号検出器72はPN符号のタイミングを調べ、その結果をシンク・チャンネル復調器70に送る。シンク・チャンネル復調器70はそのタイミングにPN符号を合わせ、シンク・チャンネル・データを復調する。シンク・チャンネルにはその基地局の情報が送られており、その中にはパイロットPNオフセットが含まれる。PN時間シフト量抽出回路71は上記復調されたシンク・チャンネル・データからその基地局のパイロットPNオフセットを抽出する。抽出されたパイロットPNオフセットは基地局別PN符号タイミング抽出回路73に供給される。

【0062】ページング・チャンネル復調器77はページング・チャンネルの復調を行い、この復調されたページング・チャンネル・データは基地局座標情報抽出回路76に供給される。基地局座標情報抽出回路76は各基地局のパイロットPNオフセットに対応する基地局の座

標情報を抽出し、基地局座標出力回路74に供給する。これにより、基地局座標出力回路74はパイロットPNオフセットと基地局の座標情報とのテーブルを持つことができる。一方、PN符号検出器72は各タイミングの相関値を基地局別PN符号タイミング抽出回路73に供給する。基地局別PN符号タイミング抽出回路73はシンク・チャンネル復調器70が発生しているPN符号のタイミングとPN時間シフト量検出回路71から受け取るパイロットPNオフセットとから基準のタイミングを検出し、PN符号検出器72の検出結果から検出された各基地局のパイロットPNオフセット t_{s1} 、 t_{s2} 、 \dots を特定して基地局座標出力回路74に供給するとともに、各基地局のパイロットPNオフセット t_{s1} 、 t_{s2} 、 \dots と受信時刻 t_1 、 t_2 、 \dots とを位置計算回路75に供給する。各基地局のパイロットPNオフセットを受け取った基地局座標出力回路74は、位置計算回路75に各基地局の座標情報を供給する。位置計算回路75は各基地局のパイロットPNオフセット t_{s1} 、 t_{s2} 、 \dots 、受信時刻 t_1 、 t_2 、 \dots 、及び各基地局の座標情報 (x_1, y_1, z_1) 、 (x_2, y_2, z_2) 、 \dots から移動端末の位置を計算し、結果を出力する。

【0063】次に、移動端末の受信回路の第4の概略的な構成を図14に示す。この第4の実施例が、上述した第1の実施例と異なる点は、基地局の座標情報を基地局から新たに設けた測位用データ・チャンネルを介して受け取って用いることである。基地局は新たに設けた測位用データ・チャンネルを用いて自局のパイロットPNオフセットだけでなく、周辺の基地局のパイロットPNオフセットと座標情報とを送信する。上述した第2、第3の実施例では、CDMA方式デジタル移動通信システムに使用される既存のチャンネルを利用するため、CDMA方式デジタル移動通信システムに悪影響を与える可能性もある。即ち、CDMA方式デジタル移動通信システムの運用が開始されているところに、CDMA方式デジタル移動通信システム用チャンネルに新たなメッセージを設けることは、既に販売されている端末に障害を与えないとは言えず、既に売られている移動端末が新たなメッセージを全く無視して影響無く動作する保証はない。これに対して、専用のデータチャンネルを用意することにより、CDMA方式デジタル移動通信システムに与える悪影響の可能性を軽減することができる。

【0064】移動端末の電源投入後、或いはリセット後、PN符号検出器82はPN符号のタイミングを調べ、その結果をシンク・チャンネル復調器80へ送る。シンク・チャンネル復調器80はそのタイミングにPN符号を合わせシンク・チャンネル・データを復調する。シンク・チャンネルにはその基地局の情報が送られており、その中にはパイロットPNオフセットが含まれる。PN時間シフト量抽出回路81はその復調されたデータ

からその基地局のパイロットPNオフセットを抽出する。抽出されたパイロットPNオフセットは基地局別PN符号タイミング抽出回路83に供給される。測位専用チャンネル復調器87は測位専用チャンネルの復調を行い、測位専用チャンネル・データが基地局座標情報抽出回路86に供給される。基地局座標情報抽出回路86はパイロットPNオフセットに対応する基地局の座標情報を抽出し、基地局座標出力回路84に供給する。これにより、基地局座標出力回路84はパイロットPNシフト量と基地局の座標とのテーブルを持つことができる。一方、PN符号検出器82は各タイミングの相関値を基地局別PN符号タイミング抽出回路83に供給する。基地局別PN符号タイミング抽出回路83はシンク・チャンネル復調器80が発生するPN符号のタイミングとPN時間シフト量検出回路81から受け取るパイロットPNオフセットから基準のタイミングとを検出し、PN符号検出器82の検出結果から検出された各基地局のパイロットPNオフセット t_{s1} 、 t_{s2} 、 \dots を特定して基地局座標出力回路84に供給するとともに、各基地局のパイロットPNオフセット t_{s1} 、 t_{s2} 、 \dots と受信時刻 t_1 、 t_2 、 \dots とを位置計算回路85に供給する。各基地局のパイロットPNオフセットを受け取った基地局座標出力回路84は、位置計算回路85に各基地局の座標情報を供給する。位置計算回路85は各基地局のパイロットPNオフセット t_{s1} 、 t_{s2} 、 \dots 、受信時刻 t_1 、 t_2 、 \dots 、及び各基地局の座標情報 (x_1, y_1, z_1) 、 (x_2, y_2, z_2) 、 \dots から移動端末の位置を計算し、結果を出力する。

【0065】上記第4の実施例では、基地局が新たに設けた測位用データ・チャンネルを用いて、自局を含めた周辺基地局のパイロットPNオフセットと座標情報とを送る場合にビットレートを低くし、スペクトル拡散を行う際の拡散率を大きくすることによって、測位用データ・チャンネルの送信電力を小さく抑え、CDMA方式デジタル移動通信システム本来のサービスへの影響、例えばシステム容量の減少等を小さくする。測位用データ・チャンネルで送信するデータは少なくとも基地局10～20局分のパイロットPNシフト量及び位置情報であること、移動通信システムの電話端末とは異なり、初期化が終了するまでの時間に厳しくないこと、そしてこれらの情報は固定値であることからスペクトル拡散信号のデータレートは小さくて良い。具体的には、情報量は500ビット程度で、転送時間に数秒かかっても良いとすると、スペクトル拡散信号のデータレートは100bps或いはそれ以下になる。CDMA方式デジタル移動通信システムのスペクトル拡散率は100倍から300倍程度であるが、測位専用チャンネルの場合に、例えば10000倍以上にすることによって、既存のチャンネルの送信電力に比べて数十分の一以下、データレートによっては百分の一以下にできるので、本来のCDMA方式

デジタル移動通信システムには、ほとんど影響を与えないで済む。

【0066】また、上記第4の実施例で述べたように、各基地局のパイロットPNオフセットと位置情報とを新たに設けたデータ・チャンネルを用いて送信する場合に、自局の位置は省略せずにそのまま送り、周辺の基地局の位置については自局の位置との差を送るようにすれば、送信データ量を小さく抑えることができる。例えば、位置を局座標（緯度、経度、高度）を用いて1メートルまで表現するには65ビットが必要である。これに対して、例えば、周辺の基地局が緯度経度で+10～-10分、高度差で+1000～-1000メートルとすれば、上記必要な65ビットを43ビットに抑えることができる。

【0067】さらに、上記第2、第3、第4の実施例において、各基地局のパイロットPNオフセットと位置情報とを送信する場合には、基地局が n 局であるとする、図15に示されるように、自局データ DT_1 及びチェックビット CB_1 の後に、 n 局分の基地局データとチェックビットとが、基地局データ DT_2 、チェックビット CB_2 、 \dots 、基地局データ DT_n 、チェックビット CB_n の順に送信される。このように、各基地局に対応する情報毎に誤り検出又は誤り訂正符号を付けて送信する。このとき、移動端末が必要とするのは、PN符号を検出することができた基地局のパイロットPNオフセット及び位置情報であり、全ての基地局の情報を正しく受け取る必要は無い。ここで、移動通信においては送信データに誤りを生ずる可能性があり、ビット誤り率が一定であって、データ長が大きくなると、誤りが生ずる確率も大きくなる。従って、誤り検出又は誤り訂正符号を付けるデータの単位を小さくすれば、1つのデータ単位で誤りが生じる確率は小さくなる。これにより、移動端末は全てのPN符号を検出することができた基地局の情報を受け取ることができれば測位を行うことができる。

【0068】上記複数の実施例では、CDMA方式デジタル移動通信システムを用いて測位を行い、これによって移動端末側で自分自身の位置を知ることが可能になる方法について説明した。しかし、このままではRDS S (Radio Determination Satellite Service) のようなサービスを提供することはできない。例えば、運送会社のセンタが各トラックの位置を管理しようとする場合には、なんらかの手段を用いて移動端末で測位した結果をセンタに送信しなければならない。そこで、CDMA方式デジタル移動通信システムで使用されているアクセス・チャンネルを用いて、測位データを転送する手段を用意することを考える。

【0069】図16は、受信機側のチャンネルの概略的な構成を示しており、アンテナ96で受信されたスペクトル拡散信号は、受信機95で各チャンネル毎に分割され、復調器に送られる。上記アクセス・チャンネルは、

移動通信システムの電話端末が発信する際の発信要求を送信したり、ページング・チャンネルを用いた基地局からのメッセージに対する応答メッセージを送信するために用いられる。このアクセス・チャンネルは1ページング・チャンネルに付き数チャンネルあるので、それぞれアクセス・チャンネル復調器90、アクセス・チャンネル復調器91、・・・に送られて復調される。このアクセス・チャンネルのフォーマットは、図17に示すようにメッセージ長ML、メッセージ・ボディMB、及びエラー・チェック・ビットECから成り、上記メッセージ・ボディMBは、メッセージ・タイプMT、測位データ番号DD、及び測位データDAにより構成される。このメッセージ・タイプMTに位置情報転送用のメッセージを割り当てることによって測位データの転送が可能になる。

【0070】図18には、アクセス・チャンネルを用いて測位を行う測位システムの構成を示す。移動端末5はアクセス・チャンネルを介して測位結果を送信する。この送信された信号は複数の基地局に受信される可能性がある。例えば、基地局1、2、3に受信された信号は制御局100に送られ、この制御局100で測位データ中に含まれる測位データ番号DDにより重複データが削除された後、各ユーザ局101、102、103に転送される。

【0071】上述のようにアクセス・チャンネルを用いる場合には、移動通信システムの電話端末と本発明の測位用移動端末とを兼用する場合に不都合が生じる可能性がある。そこで、移動通信システムの電話端末は、通話中にトラフィック・チャンネルと呼ばれる通話チャンネルを使用していることから、通話中はトラフィック・チャンネルを用いて測位データの転送を行い、待ち受け状態である場合にはアクセス・チャンネルを用いて測位データの転送を行う。これにより、CDMA方式デジタル移動通信システムの電話端末と測位システム用の移動端末との両方に使用することができる端末を実現することができる。上記トラフィック・チャンネルのフォーマットは図17に示したアクセス・チャンネルのフォーマットと同様である。また、受信機側のチャンネルの概略的な構成は図16に示すものと同様であり、上記トラフィック・チャンネルもアクセス・チャンネルと同様に、1ページングチャンネルに付き数チャンネルあるので、それぞれトラフィック・チャンネル復調器92、トラフィック・チャンネル復調器93、・・・に送られて復調される。

【0072】さらに、CDMA方式デジタル移動通信システムで既に使用されているアクセス・チャンネル或いはトラフィック・チャンネルを用いて測位データを転送する場合には、移動通信システムの電話端末に悪い影響を与える可能性がある。そこで、測位データ専用チャンネルを用意することが考えられる。測位専用チャンネル

のフォーマットはCDMA方式デジタル移動通信システムの既存のチャンネルのフォーマットと同じにする必要はなく、少なくとも測位データ番号があれば良い。また、受信機側のチャンネルの構成には、図16に示すように測位専用チャンネル復調器94が設けられる。測位専用チャンネルを使用した測位システムも、図18に示した測位システムと同様であり、移動端末5は測位専用チャンネルを介して測位結果を送信する。この送信信号は複数の基地局に受信される可能性があり、受信された信号は制御局1に送られて測位データ中に含まれる測位データ番号により重複データを削除され、ユーザ局101、102、103に転送される。

【0073】また、上記測位専用チャンネルを用いる場合には、ビットレート小さくして、スペクトル拡散信号の拡散率を大きくし、送信電力を小さくすることによって、移動通信システムの電話端末への影響を小さく抑えることができる。

【0074】ここで、上述のように測位専用チャンネルをCDMA方式デジタル移動通信システムに設けて測位データを転送する場合に、測位専用チャンネルはCDMA方式デジタル移動通信システムの既存のチャンネルと同一周波数で測位データを転送するため、測位用移動端末が頻繁にデータを送信しようとするときには、移動通信システムの電話端末に悪影響が出て、通話品質の低下及びシステム・キャパシティの低下を招くことが予想される。そこで、CDMA方式デジタル移動通信システムとは独立した通信網を用い、この通信網を測位データ転送チャンネルとすることでこれを回避することができる。メッセージ・フォーマットはCDMA方式デジタル移動通信システムのチャンネルのフォーマットと同様にする必要はないが、少なくとも測位データ番号は必要である。測位データ転送チャンネルを使用した場合の測位システムは図19に示すようであり、移動端末5は測位データ転送チャンネルを介して測位結果を送信する。この送信信号は別システムの基地局19に受信され、各ユーザ局101、102、103に転送される。

【0075】

【発明の効果】以上の説明からも明らかなように、本発明に係る測位システムは、複数の基地局との間でCDMA方式により通信を行う移動通信システムにおける移動局の位置を測定する測位システムであって、上記複数の基地局が送信する同系列のスペクトル拡散信号から、予め各基地局毎に決められた送信時間の差分を減算し、複数の基地局からのスペクトル拡散信号の伝搬遅延時間差を得ることにより、上記移動局の位置を簡易に求めることができる。

【0076】また、上記移動局は上記複数の基地局が送信するスペクトル拡散信号と同じスペクトル拡散信号を発生し、このスペクトル拡散信号と上記複数の基地局が送信するスペクトル拡散信号との相関値を算出する相関

値算出手段と、この相関値を遅延する複数の遅延手段と、これら複数の遅延手段からの複数の遅延信号を相互に比較する複数の比較手段と、これら複数の比較手段により比較された複数の遅延信号が所定のエネルギー以上のエネルギーをもつスペクトル拡散信号を受信した時刻を測定する測定手段とにより、上記移動局はスペクトル拡散信号の受信タイミングを決定することにより、スペクトル拡散信号のPN符号の検出性能を向上させることができる。

【0077】さらに、上記移動局はマルチパスによって複数のタイミングで受信した複数の基地局からのスペクトル拡散信号の内でも最短タイミングのスペクトル拡散信号を、所定の基地局から送信されるスペクトル拡散信号の受信タイミングとすることにより、スペクトル拡散信号のPN符号の検出性能を向上させることができ、このPN符号の検出時間を短縮することができる。

【0078】そのうえ、上記移動局から遠い基地局から送信されるスペクトル拡散信号の拡散符号長を大きくして、相関値を計算することにより、スペクトル拡散信号のPN符号の検出性能を向上させることができ、このPN符号の検出時間を短縮することができる。

【0079】さらに、上記移動局は複数の基地局から送信されるスペクトル拡散信号を検出した後、スペクトル拡散符号検出のための拡散符号長を大きくして既に検出したタイミングより早い範囲で、さらに先行するタイミングのスペクトル拡散信号があるか否かを検索することにより、スペクトル拡散信号のPN符号の検出性能を向上させることができ、このPN符号の検出時間を短縮することができる。

【0080】ここで、上記移動局は、予め複数の基地局毎に決められたスペクトル拡散信号の送信時間の差分と位置情報とをテーブルとして備え、複数の基地局から送信されるスペクトル拡散信号の周期情報を送信するためのシンク・チャンネルのメッセージを復調し、復調タイミングを検出する復調手段と、上記復調手段により復調されたデータから上記基地局のスペクトル拡散信号の送信時間の差分を求めるシフト量抽出手段と、上記スペクトル拡散信号の受信時刻を検出する受信信号検出手段と、上記復調手段からの復調タイミングと上記シフト量抽出手段からの送信時間の差分と上記受信信号検出手段からのスペクトル拡散信号の受信時刻とにより受信信号の基準タイミングを求めるタイミング抽出手段と、上記タイミング抽出手段により抽出された受信信号の基準タイミングから複数の基地局の座標情報を求める基地局座標出力手段と、上記タイミング抽出手段からの複数の基地局の受信時刻及び送信時間の差分と、上記基地局座標出力手段からの複数の基地局の座標情報とにより複数の基地局の位置を算出する位置算出手段とから成ることにより、上記移動局の位置を算出する際に必要な基地局に位置情報を簡易に求めることができる。

【0081】また、上記シンク・チャンネルのメッセージには、所定の基地局及びこの所定の基地局の周辺の基地局のスペクトル拡散信号の送信時間の差分と座標情報とが含まれ、上記復調手段により復調されたデータから複数の基地局の送信時間の差分に対応する座標情報を抽出する座標情報抽出手段を設けることにより、上記移動局の位置を算出する際に必要な基地局に位置情報を簡易に求めることができる。

【0082】さらに、上記所定の基地局及びこの所定の基地局の周辺の基地局のスペクトル拡散信号の送信時間の差分と座標情報とを含むメッセージをチャンネルの割り当て情報の送信に用いられるページング・チャンネル又は測位専用チャンネルを介して送信することにより、上記移動局の位置を算出する際に必要な基地局に位置情報を簡易に求めることができる。

【0083】そのうえ、上記測位専用チャンネルのデータレートを小さくし、スペクトル拡散信号の拡散率を大きくすることにより、CDMA方式のデジタル移動通信システム本来のサービスへの悪影響を抑えることができる。

【0084】ここで、上記各基地局において、所定の基地局の座標情報はそのまま送信し、周辺の基地局の座標情報は上記所定の基地局との差を送信することにより、CDMA方式のデジタル移動通信システム本来のサービスへの悪影響を抑えることができる。

【0085】そのうえ、上記所定の基地局及び所定の基地局の周辺の基地局のスペクトル拡散信号の送信時間の差分と座標情報とを送信する際に、それぞれの基地局毎の誤り検出符号又は誤り訂正符号を送信することにより、CDMA方式のデジタル移動通信システム本来のサービスへの悪影響を抑えることができる。

【0086】上記移動局から基地局方向の通信チャンネルの内のアクセス・チャンネルを用いて、上記移動局の位置情報を基地局或いは測位専用の管理局に送信することにより、CDMA方式のデジタル移動通信システムにより測位された移動端末からユーザ局へ測位結果を転送することができる。

【0087】また、上記移動局が待ち受け状態の場合には上記アクセス・チャンネルを用い、上記移動局が通話状態の場合には音声情報の送信に用いられるトラフィック・チャンネルを用いて上記移動局の位置情報を基地局或いは測位専用の管理局に送信することにより、CDMA方式のデジタル移動通信システムにより測位された移動端末からユーザ局へ測位結果を転送することができる。

【0088】このとき、上記移動局から基地局方向の通信チャンネルに測位結果送信用チャンネルを設け、この測位結果送信用チャンネルを用いて上記移動局の位置情報を基地局或いは測位専用の管理局に送信することにより、CDMA方式のデジタル移動通信システムにより

測位された移動端末からユーザ局へ測位結果を転送することができる。

【0089】また、上記移動局から送信されるスペクトル拡散信号のデータレートを小さくし、スペクトル拡散信号の拡散率を大きくすることにより、CDMA方式のデジタル移動通信システムにより測位された移動端末からユーザ局へ測位結果を転送することができる。

【0090】さらに、上記移動局はCDMA方式デジタル移動通信システムにより使用される周波数チャンネル以外の周波数チャンネルを用いて、CDMA方式デジタル移動通信システムによる複数の基地局或いは測位専用の管理局又は既存の通信網による複数の基地局に上記移動局の位置情報を送信することにより、測位された移動端末からユーザ局へ測位結果を転送することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る測位システムの概念的な構成を示す図である。

【図2】CDMA方式デジタル移動通信システムの基地局から移動局方向のチャンネルの概略的な構成を示す図である。

【図3】移動端末のPN符号検出回路の概略的な構成を示す図である。

【図4】図3のPN符号検出回路からの出力を示す図である。

【図5】第2のPN符号検出回路の概略的な構成を示す図である。

【図6】移動端末で検出される各基地局の時間を示す図である。

【図7】移動端末のPN符号検出回路の概略的な構成を示す図である。

【図8】第2の移動端末のPN符号検出回路の概略的な構成を示す図である。

【図9】図8のPN符号検出回路におけるタイミングを示す図である。

【図10】移動端末の概略的な構成を示す図である。

【図11】シンク・チャンネルを用いた場合の移動端末の概略的な構成を示す図である。

【図12】基地局から移動局方向のメッセージ・フォーマットを示す図である。

【図13】ページング・チャンネルを用いた場合の移動端末の概略的な構成を示す図である。

【図14】測位専用チャンネルを用いた場合の移動端末の概略的な構成を示す図である。

【図15】各基地局のメッセージ・フォーマットを示す

図である。

【図16】CDMA方式デジタル移動通信システムの移動局から基地局方向のチャンネルの概略的な構成を示す図である。

【図17】測位データのフォーマットを示す図である。

【図18】本発明に係る測位システムによる測位データを各ユーザ局に転送するシステムの概略的な構成を示す図である。

【図19】本発明に係る測位システムによる測位データを各ユーザ局に転送する第2のシステムの概略的な構成を示す図である。

【図20】デジタル移動通信システムの概略的な構成を示す図である。

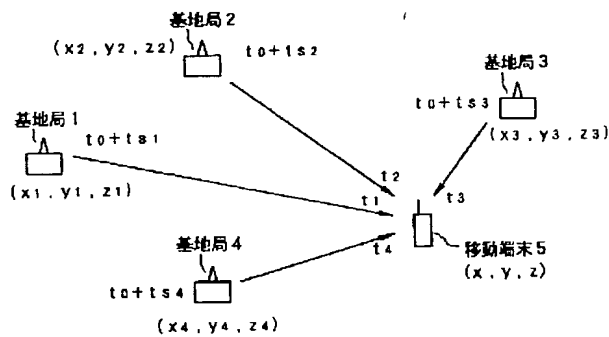
【図21】陸上移動通信における電波伝搬の概略的な構成を示す図である。

【図22】陸上移動通信における基地局からの距離と信号強度との関係を示す図である。

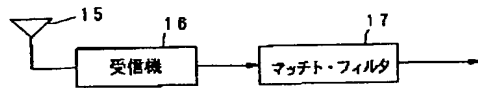
【符号の説明】

- 1、2、3、4・・・・・・基地局
- 5・・・・・・移動端末
- 6、23・・・・・・PN符号発生器
- 14・・・・・・チャンネル加算器
- 15、20、96・・・・・・アンテナ
- 16、21、95・・・・・・受信機
- 17・・・・・・マッチト・フィルタ
- 19・・・・・・別システム基地局
- 30・・・・・・PN符号相関器
- 40・・・・・・PN符号検出器
- 50、60、70、80・・・・シンク・チャンネル復調器
- 51、61、71、81・・・・PN時間シフト量抽出回路
- 52、62、72、82・・・・PN符号検出器
- 53、63、73、83・・・・基地局別PN符号タイミング抽出回路
- 54、64、74、84・・・・基地局座標出力回路
- 55、65、75、85・・・・位置計算回路
- 66、76、86・・・・基地局座標情報抽出回路
- 77・・・・・・ページング・チャンネル復調器
- 87・・・・・・測位専用チャンネル復調器
- 90、91・・・・・・アクセス・チャンネル復調器
- 92、93・・・・・・トラフィック・チャンネル復調器
- 94・・・・・・測位専用チャンネル復調器

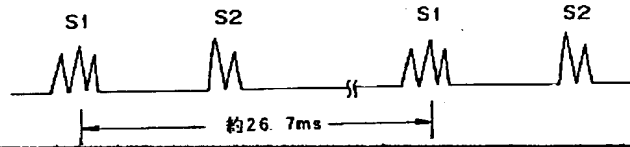
【図 1】



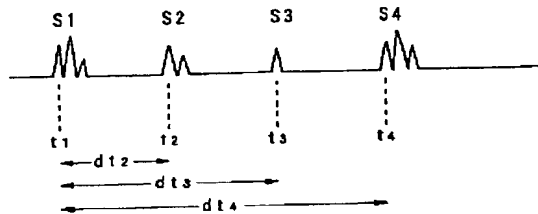
【図 3】



【図 4】



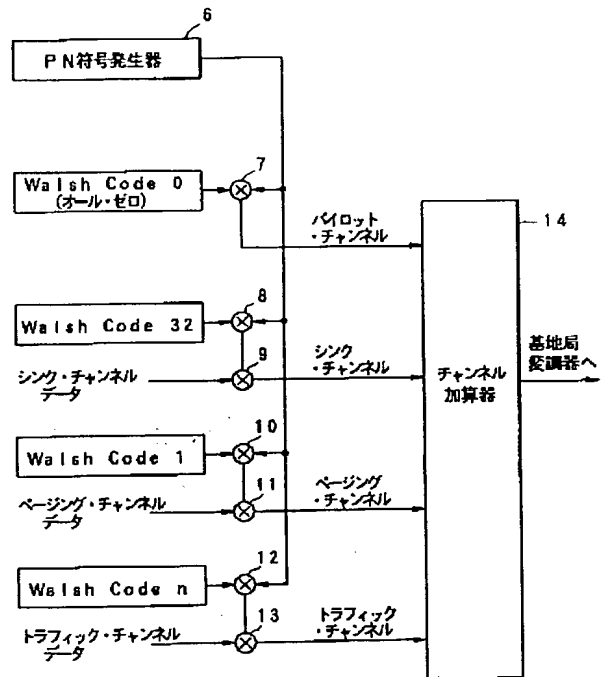
【図 6】



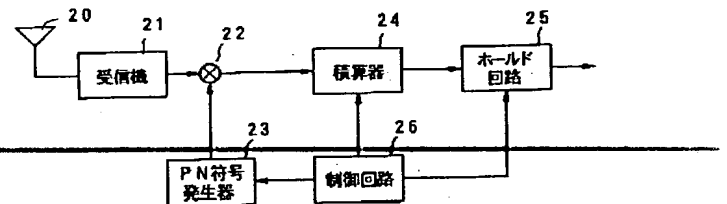
【図 12】

メッセージ長 ML	メッセージ・タイプ MT	メッセージ・ボディ MB データ DT	エラー・チェック ビット EC
--------------	--------------	------------------------	--------------------

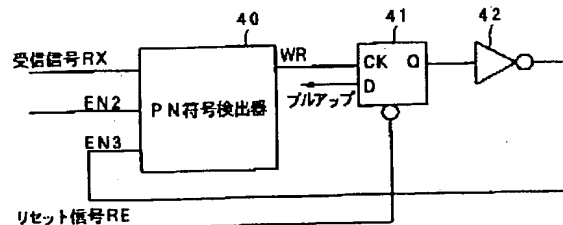
【図 2】



【図 5】



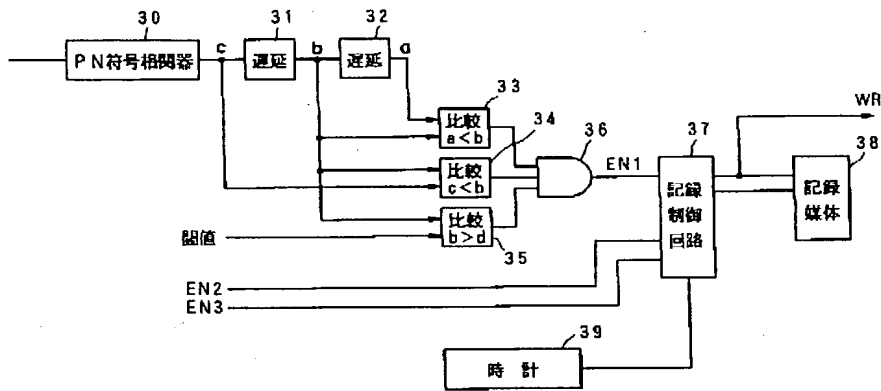
【図 8】



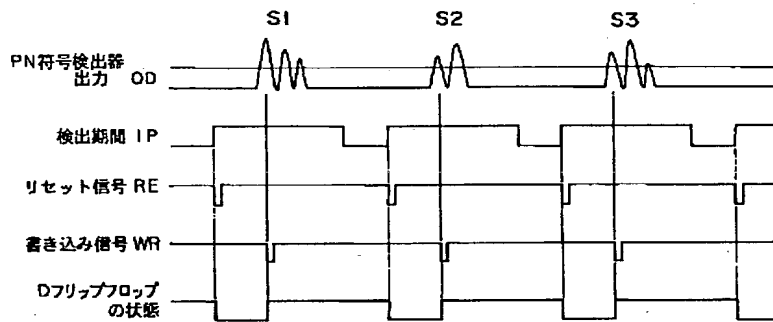
【図 15】

自局データ DT1	チェック ビット CB1	基地局 データ DT2	チェック ビット CB2	基地局 データ DTn	チェック ビット CBn
--------------	--------------------	-------------------	--------------------	-------------------	--------------------

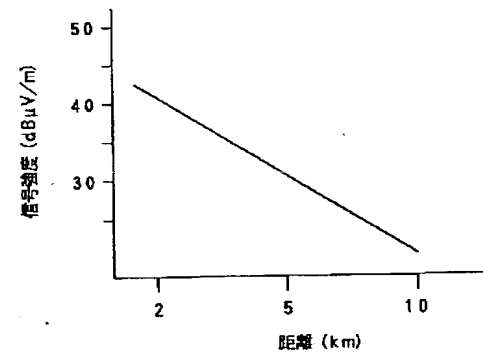
【図 7】



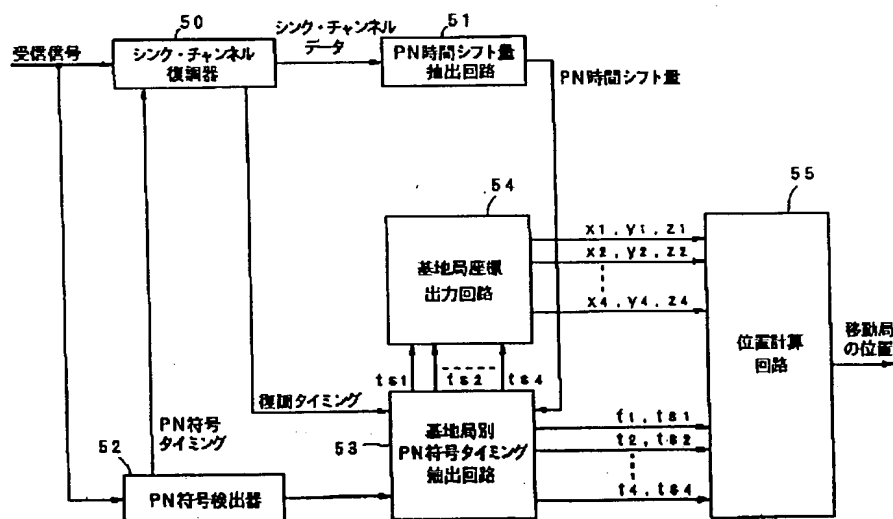
【図 9】



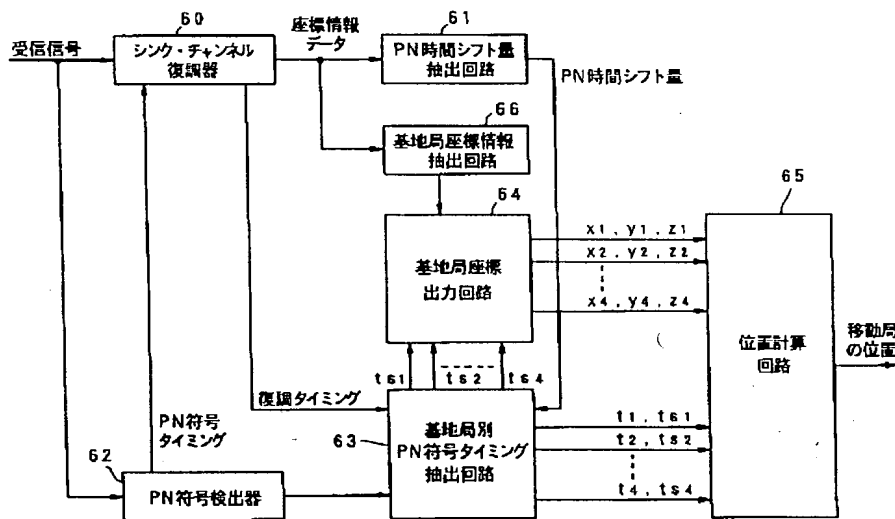
【図 22】



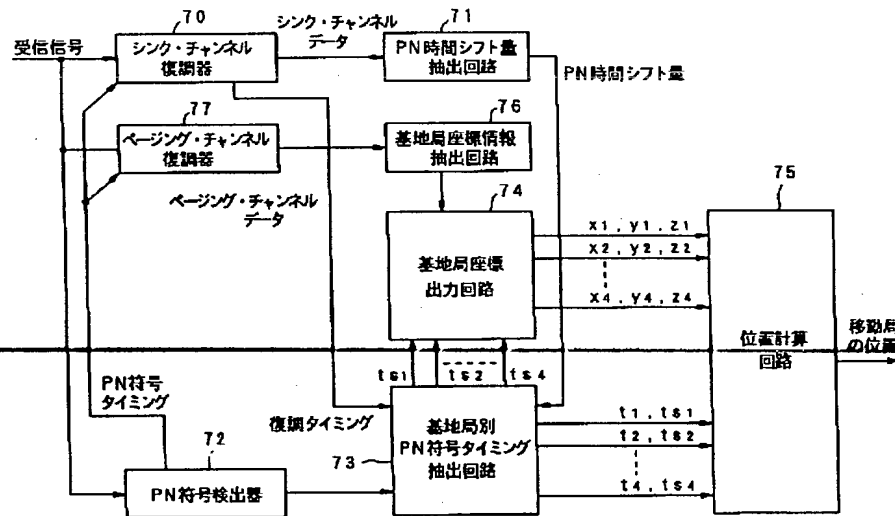
【図 10】



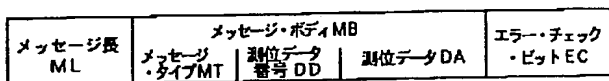
【図11】



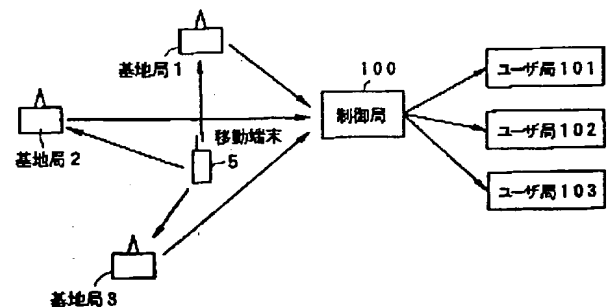
【図13】



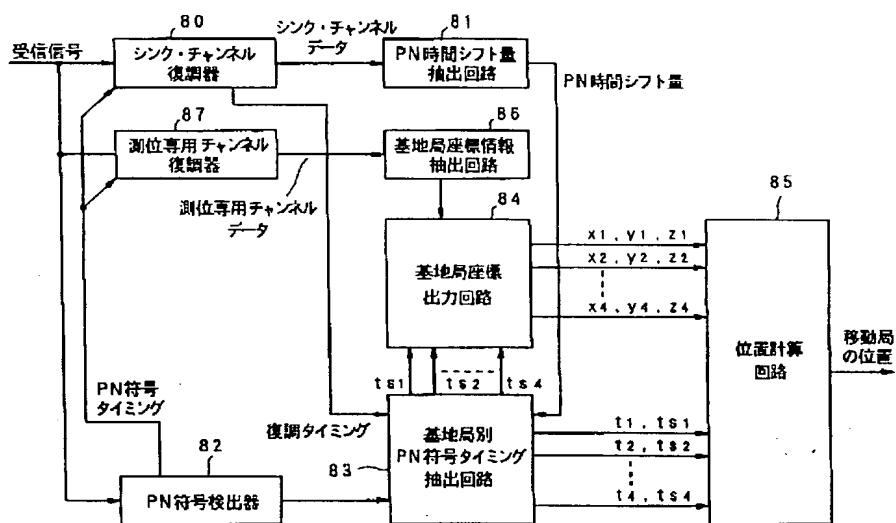
【図17】



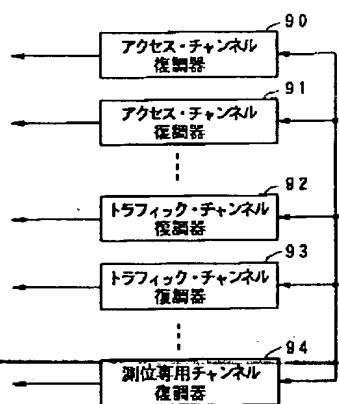
【図18】



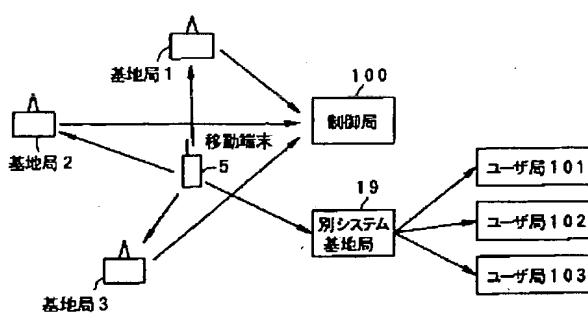
【図 14】



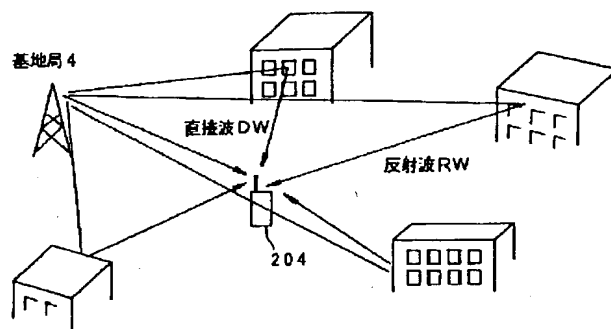
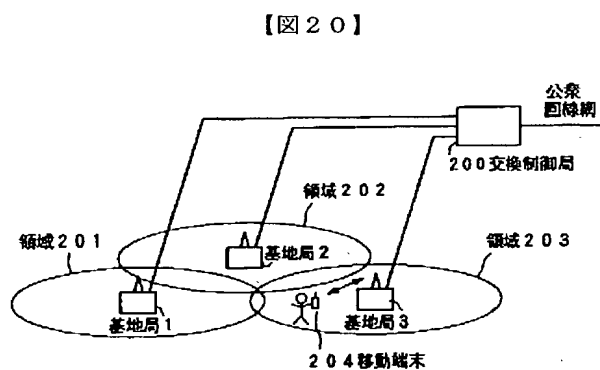
【図 16】



【図 19】



【図 21】



【手続補正書】

【提出日】平成6年3月4日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】測位システム

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の基地局との間でCDMA方式により通信を行う移動通信システムにおける移動局の位置を測定する測位システムであって、上記複数の基地局が送信する同系列のスペクトル拡散信号から、予め各基地局毎に決められた送信時間の差分を減算して、複数の基地局からのスペクトル拡散信号の伝搬遅延時間差を得ることにより、上記移動局の位置を求めることを特徴とする測位システム。

【請求項2】 上記移動局は上記複数の基地局が送信するスペクトル拡散信号と同じスペクトル拡散信号を発生し、このスペクトル拡散信号と上記複数の基地局が送信するスペクトル拡散信号との相関値を算出する相関値算出手段と、この相関値を遅延する複数の遅延手段と、これら複数の遅延手段からの複数の遅延信号を相互に比較する複数の比較手段と、これら複数の比較手段により比較された複数の遅延信号が所定のエネルギー以上のエネルギーをもつスペクトル拡散信号を受信した時刻を測定する測定手段とにより、上記移動局はスペクトル拡散信号の受信タイミングを決定することを特徴とする請求項1記載の測位システム。

【請求項3】 上記移動局はマルチパスによって複数のタイミングで受信した複数の基地局からのスペクトル拡散信号の中で最も早いタイミングのスペクトル拡散信号を、所定の基地局から送信されるスペクトル拡散信号の受信タイミングとすることを特徴とする請求項2記載の測位システム。

【請求項4】 上記移動局から遠い基地局から送信されるスペクトル拡散信号の拡散符号長を大きくして、相関値を計算することを特徴とする請求項1又は3記載の測位システム。

【請求項5】 上記移動局は複数の基地局から送信されるスペクトル拡散信号を検出した後、スペクトル拡散符号検出のための拡散符号長を大きくして既に検出したタイミングより早い範囲で、さらに先行するタイミングのスペクトル拡散信号があるか否かを検索することを特徴とする請求項3記載の測位システム。

【請求項6】 上記移動局は、予め複数の基地局毎に決められたスペクトル拡散信号の送信時間の差分と位置情報とをテーブルとして備え、複数の基地局から送信されるスペクトル拡散信号の周期情報を送信するためのシン

ク・チャンネルのメッセージを復調し、復調タイミングを検出する復調手段と、上記復調手段により復調されたデータから上記基地局のスペクトル拡散信号の送信時間の差分を求めるシフト量抽出手段と、上記スペクトル拡散信号の受信時刻を検出する受信信号検出手段と、上記復調手段からの復調タイミングと上記シフト量抽出手段からの送信時間の差分と上記受信信号検出手段からのスペクトル拡散信号の受信時刻とにより受信信号の基準タイミングを求めるタイミング抽出手段と、上記タイミング抽出手段により抽出された受信信号の基準タイミングから複数の基地局の座標情報を求める基地局座標出力手段と、上記タイミング抽出手段からの複数の基地局の受信時刻及び送信時間の差分と、上記基地局座標出力手段からの複数の基地局の座標情報とにより複数の基地局の位置を算出する位置算出手段とから成ることを特徴とする請求項1記載の測位システム。

【請求項7】 上記所定の基地局及びこの所定の基地局の周辺の基地局のスペクトル拡散信号の送信時間の差分と座標情報とを含むメッセージを複数の基地局から送信されるスペクトル拡散信号の周期情報の送信に用いられるシンク・チャンネルを介して送信することを特徴とする請求項6記載の測位システム。

【請求項8】 上記所定の基地局及びこの所定の基地局の周辺の基地局のスペクトル拡散信号の送信時間の差分と座標情報とを含むメッセージをチャンネルの割り当て情報の送信に用いられるページング・チャンネルを介して送信することを特徴とする請求項6記載の測位システム。

【請求項9】 上記所定の基地局及びこの所定の基地局の周辺の基地局のスペクトル拡散信号の送信時間の差分と座標情報とを含むメッセージを測位専用チャンネルを介して送信することを特徴とする請求項6記載の測位システム。

【請求項10】 上記測位専用チャンネルのデータレートを小さくし、スペクトル拡散信号の拡散率を大きくすることを特徴とする請求項9記載の測位システム。

【請求項11】 上記各基地局において、所定の基地局の座標情報はそのまま送信し、周辺の基地局の座標情報は上記所定の基地局との差を送信することを特徴とする請求項7、8、又は9記載の測位システム。

【請求項12】 上記所定の基地局及び所定の基地局の周辺の基地局のスペクトル拡散信号の送信時間の差分と座標情報とを送信する際に、それぞれの基地局毎の誤り検出符号又は誤り訂正符号を送信することを特徴とする請求項7、8、又は9記載の測位システム。

【請求項13】 上記移動局から基地局方向の通信チャンネルの内のアクセス・チャンネルを用いて、上記移動局の位置情報を基地局或いは測位専用の管理局に送信することを特徴とする請求項1記載の測位システム。

【請求項14】 上記移動局が待ち受け状態の場合には上記アクセス・チャンネルを用い、上記移動局が通話状態の場合には音声情報の送信に用いられるトラフィック・チャンネルを用いて上記移動局の位置情報を基地局或いは測位専用の管理局に送信することを特徴とする請求項13記載の測位システム。

【請求項15】 上記移動局から基地局方向の通信チャンネルに測位結果送信用チャンネルを設け、この測位結果送信用チャンネルを用いて上記移動局の位置情報を基地局或いは測位専用の管理局に送信することを特徴とする請求項13記載の測位システム。

【請求項16】 上記移動局から送信されるスペクトル拡散信号のデータレートを小さくし、スペクトル拡散信号の拡散率を大きくすることを特徴とする請求項15記載の測位システム。

【請求項17】 上記移動局は上記移動通信システムにより使用される周波数チャンネル以外の周波数チャンネルを用いて、上記移動通信システムによる複数の基地局或いは測位専用の管理局又は既存の通信網による複数の基地局に上記移動局の位置情報を送信することを特徴とする請求項1記載の測位システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、移動局（移動端末）の位置を測位する測位システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、移動局或いは移動端末の測位を行う測位システムとしては、航法システムの一つであり、人工衛星から発射する電波を利用して位置情報を得る方法であるGPS（グローバル・ポジショニング・システム）や、船舶のための電波による航行援助システムを利用する航法であって、陸上の送信局からの同一周波数の同期したパルス電波の到来時間差を測定して距離を求めらるいわゆるロラン-C等が知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記GPSやロラン-Cを用いて測位を行う場合には、アンテナや別の受信機器等が必要となる。そこで、上記GPSやロラン-C等よりも、さらに簡易な測位システムとして、移動通信システムを利用して測位を行うことが好ましい。その具体例として、CDMA（符号分割多元接続：Code Division Multiple Access）方式のいわゆるディジタルセルラシステムを用いて測位を行う測位システムが考えられる。

【0004】 近年、情報の帯域幅より数百～数千倍もの広いスペクトル帯域に被変調波を拡散させて通信を行うスペクトル拡散通信方式、即ちいわゆるSS方式が注目されている。このスペクトル拡散通信方式により、送信機側で搬送波（キャリア）がPN（疑似雑音）符号系列によって変調されて、周波数スペクトルが拡散される。

また、受信機側では、送信機と同一構造のPN符号系列発生器により発生するPN系列を用いた逆拡散過程或いは相関過程を経た後、ベースバンド復調されることによりデータを得る。

【0005】 上記スペクトル拡散通信方式により受信機側で受信信号を復調するためには、受信信号のPN系列のパターンが一致していること以外に、時間的にも一致していなければならない。即ち、発生タイミング或いは発生位相が一致していなければならない。よって、通信回線を成立させることができるのは、同一系列で時間的にも位相が一致した場合のみである。このようなスペクトル拡散通信方式の特徴を利用し、同じ周波数帯を用いて、PN系列の違いにより多数のチャンネルを使用することが可能となる。このようなスペクトル拡散通信方式の特徴を用いてPN符号によってチャンネルの識別を実現し、多元接続を行う方式をCDMA方式と呼ぶ。

【0006】 このCDMA方式によるディジタル移動通信システムは音声通話を目的に構築されようとしているシステムであり、従来のアナログセルラと比較して非常に大きな通信容量、高品質な通話を実現することが特長である。このCDMA方式ディジタル移動通信システムは上述のスペクトル拡散通信方式により、複数の基地局からパイロット・チャンネルと呼ばれるチャンネルで拡散符号（パイロットPN符号）が繰り返し送られているため、各基地局からの拡散符号の伝搬遅延時間差を測定すれば、基本的には移動局の測位を行うことは可能である。

【0007】 しかし、このCDMA方式ディジタル移動通信システムを用いた測位システムには、次のような問題点がある。

【0008】 先ず、移動端末側で測位を行う全ての測位システムに共通することであるが、測位用の電波の放射点の位置が判っていないなければならない。CDMA方式ディジタル移動通信システムでは、この放射点は基地局にあたるが、その放射点の位置が移動局において予め判っている必要がある。

【0009】 また、CDMA方式ディジタル移動通信システムは音声通話のためのシステムであり、この本来のサービスに悪影響、例えば通信容量を損なうことなどが無いように、測位システムが実現されなければならない。

【0010】 ここで、移動通信システムの基本的な構成を図20に示す。図20に示す基地局1、基地局2、及び基地局3を含む領域（サービスエリア）201、202、203は隙間無く並べられている。例えば、領域203内の基地局3から移動端末204へ送信する場合には、基地局3からの電波は公衆回線網により交換制御局200を介して移動端末204に送信される。また、家庭用の電話から移動端末204へ送信する場合には、公衆回線網、交換制御局200、及び基地局3を介して送

られる。

【0011】これらの領域201、202、203の境界付近では、回線を接続できる基地局が複数存在することになるが、他の領域への干渉を小さく抑えるために各基地局1、2、3の送信電力は必要最小限に抑えられている。よって、ある領域の中央付近で、他の領域の回線を接続することができるほど、他の領域の基地局の送信電力は大きくない。

【0012】図21はセルラに代表される陸上移動通信の電波伝搬の概略的な構成を示している。セルラの場合には、基地局、例えば基地局4のアンテナ高は数十メートルであり、それ程高くないため、郊外で見通しの良いところでないかぎり移動端末204に電波が直接届くことは無い。よって、通常は、ビル、山、及び崖等による反射波RWを受信することになる。この場合には、図21に示すように、反射波RWの伝搬距離は直接波DWの伝搬距離よりも大きくなる。これが位置計算の障害となる。

【0013】図22は電波の伝搬距離と信号強度との関係を示す。移動端末204における基地局からの電波の強度、即ち信号強度は遠い基地局ほど小さくなる。遠い基地局は10km以上になることも予想され、非常に弱い信号を検出しなければならない。

【0014】このように、人工衛星を用いた測位システムの場合、移動端末は人工衛星から直接届く直接波を受信して所在位置を計算するが、セルラのような地上通信の場合には、移動端末が基地局からの直接波を受信できることは稀であり、多くの場合は反射波を受信する。その場合に、位置計算に大きな誤差を生ずる可能性があり、これをいかに小さく抑えるかが重要となる。人工衛星を用いた測位システムの場合には、移動端末における各人工衛星からの電波強度は大きく違わないが、CDMA方式デジタル移動通信システムを用いた場合には、移動端末における各基地局からの電波強度は大きく違っており、これに対して配慮しなければならない。

【0015】そこで、本発明は上述の実情に鑑み、従来よりも簡易な方法を用いて、移動端末において測位を行うことができる測位システムを提供するものである。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明に係る測位システムは、複数の基地局との間でCDMA方式により通信を行う移動通信システムにおける移動局の位置を測定する測位システムであって、上記複数の基地局が送信する同系列のスペクトル拡散信号から、予め各基地局毎に決められた送信時間の差分を減算し、複数の基地局からのスペクトル拡散信号の伝搬遅延時間差を得ることにより、上記移動局の位置を求めることにより上述した課題を解決する。

【0017】また、上記移動局は上記複数の基地局が送信するスペクトル拡散信号と同じスペクトル拡散信号を

発生し、このスペクトル拡散信号と上記複数の基地局が送信するスペクトル拡散信号との相関値を算出する相関値算出手段と、この相関値を遅延する複数の遅延手段と、これら複数の遅延手段からの複数の遅延信号を相互に比較する複数の比較手段と、これら複数の比較手段により比較された複数の遅延信号が所定のエネルギー以上のエネルギーをもつスペクトル拡散信号を受信した時刻を測定する測定手段とにより、上記移動局はスペクトル拡散信号の受信タイミングを決定することを特徴とする。

【0018】さらに、上記移動局はマルチパスによって複数のタイミングで受信した複数の基地局からのスペクトル拡散信号の中で最も早いタイミングのスペクトル拡散信号を、所定の基地局から送信されるスペクトル拡散信号の受信タイミングとすることを特徴とする。

【0019】また、上記移動局から遠い基地局から送信されるスペクトル拡散信号の拡散符号長を大きくして、相関値を計算することを特徴とする。

【0020】さらに、上記移動局は複数の基地局から送信されるスペクトル拡散信号を検出した後、スペクトル拡散符号検出のための拡散符号長を大きくして既に検出したタイミングより早い範囲で、さらに先行するタイミングのスペクトル拡散信号があるか否かを検索することを特徴とする。

【0021】ここで、上記移動局は、予め複数の基地局毎に決められたスペクトル拡散信号の送信時間の差分と位置情報とをテーブルとして備え、複数の基地局から送信されるスペクトル拡散信号の周期情報を送信するためのシンク・チャンネルのメッセージを復調し、復調タイミングを検出する復調手段と、上記復調手段により復調されたデータから上記基地局のスペクトル拡散信号の送信時間の差分を求めるシフト量抽出手段と、上記スペクトル拡散信号の受信時刻を検出する受信信号検出手段

と、上記復調手段からの復調タイミングと上記シフト量抽出手段からの送信時間の差分と上記受信信号検出手段からのスペクトル拡散信号の受信時刻とにより受信信号の基準タイミングを求めるタイミング抽出手段と、上記タイミング抽出手段により抽出された受信信号の基準タイミングから複数の基地局の座標情報を求める基地局座標出力手段と、上記タイミング抽出手段からの複数の基地局の受信時刻及び送信時間の差分と、上記基地局座標出力手段からの複数の基地局の座標情報とにより複数の基地局の位置を算出する位置算出手段とから成ることを特徴とする。

【0022】ここで、上記所定の基地局及びこの所定の基地局の周辺の基地局のスペクトル拡散信号の送信時間の差分と座標情報とを含むメッセージを、複数の基地局から送信されるスペクトル拡散信号の周期情報の送信に用いられるシンク・チャンネル、チャンネルの割り当て情報の送信に用いられるページング・チャンネル、又は測位専用チャンネルを介して送信することを特徴とす

る。

【0023】また、上記測位専用チャンネルのデータレートを小さくし、スペクトル拡散信号の拡散率を大きくすることを特徴とする。

【0024】尚、上記各基地局において、所定の基地局の座標情報はそのまま送信し、周辺の基地局の座標情報は上記所定の基地局との差を送信することを特徴とする。

【0025】そのうえ、上記所定の基地局及び所定の基地局の周辺の基地局のスペクトル拡散信号の送信時間の差分と座標情報とを送信する際に、それぞれの基地局毎の誤り検出符号又は誤り訂正符号を送信することを特徴とする。

【0026】上記移動局から基地局方向の通信チャンネルの内のアクセス・チャンネルを用いて、上記移動局の位置情報を基地局或いは測位専用の管理局に送信することを特徴とする。

【0027】また、上記移動局が待ち受け状態の場合には上記アクセス・チャンネルを用い、上記移動局が通話状態の場合には音声情報の送信に用いられるトラフィック・チャンネルを用いて上記移動局の位置情報を基地局或いは測位専用の管理局に送信することを特徴とする。

【0028】このとき、上記移動局から基地局方向の通信チャンネルに測位結果送信用チャンネルを設け、この測位結果送信用チャンネルを用いて上記移動局の位置情報を基地局或いは測位専用の管理局に送信することを特徴とする。

【0029】また、上記移動局から送信されるスペクトル拡散信号のデータレートを小さくし、スペクトル拡散信号の拡散率を大きくすることを特徴とする。

【0030】さらに、上記移動局はCDMA方式移動通信システムにより使用される周波数チャンネル以外の周波数チャンネルを用いて、CDMA方式移動通信システムによる複数の基地局或いは測位専用の管理局又は既存の通信網による複数の基地局に上記移動局の位置情報を送信することを特徴とする。

【0031】

【作用】本発明においては、移動局において、CDMA方式デジタル移動通信システムにおける複数の基地局が送信する同系列のスペクトル拡散信号から予め各基地局毎に決められた送信時間の差分を減算し、複数の基地局からのスペクトル拡散信号の伝搬遅延時間差を得ることにより、簡易に移動局の位置を求める。

【0032】

【実施例】以下、本発明の好ましい実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0033】図1は、本発明に係る測位システムの基地局からの送信の概略的な構成を示す。移動局の所在を特定するには最低3つの基地局からの信号を受信しなければならない。しかし、受信できる基地局が多ければそれ

だけ推定精度は向上する。よって、この図1では、基地局を4つとし、移動端末5、基地局1、基地局2、基地局3、基地局4の座標を、それぞれ (x, y, z) 、

(x_1, y_1, z_1) 、 (x_2, y_2, z_2) 、

(x_3, y_3, z_3) 、 (x_4, y_4, z_4) とする。

【0034】ここで、図2に、各基地局の送信部の概略的な構成を示す。本発明の測位システムが適用されるCDMA方式デジタル移動通信システム、例えばいわゆるデジタルセルラシステムでは、複数の基地局間で送受信を行い、その送受信に用いられるスペクトル拡散信号には、送信時の基準タイミングに対する上記複数の基地局毎に設定された時間遅延量、具体的にはいわゆるパイロットPNオフセットが含まれることが特徴となっている。このCDMA方式デジタル移動通信システムにおける基地局から移動局方向（フォワード・リンク）への信号には、パイロット・チャンネル、シンク・チャンネル、ページング・チャンネル、トラフィック・チャンネルの4種類のコード・チャンネルが用意されている。パイロット・チャンネルはデータを含まずPN符号が繰り返し送られるチャンネルであり、移動端末5の同期獲得と維持、及びクロック再生のために用いられる。シンク・チャンネルは基地局と移動端末5との間で時刻情報及び長周期のPN符号を合わせるために使用される。ページング・チャンネルは最大7通りであり、ハンドオフに必要な情報、着信時の端末呼び出し情報、発信時の基地局からの応答情報、及びトラフィック・チャンネルの割り当て情報の送信に用いられるチャンネルである。トラフィック・チャンネルは最大（63-シンク・チャンネル数-ページング・チャンネル数）通りであり、通話時に使用される音声情報を送信するチャンネルである。

【0035】CDMA方式デジタル移動通信システムでは上記4つのチャンネルデータに掛け合わせる拡散符号を変えて多重化され、同一周波数で送られる。このシステムではPN符号と直交関数系のウォルシュ符号（Walsh Code）とを掛け合わせた符号が拡散符号となり、このウォルシュ符号を変えることで各チャンネルを生成している。

【0036】まず、PN符号発生器6により発生されたPN符号は、乗算器7、8、10、12に送られる。パイロット・チャンネルのためのウォルシュ符号（Walsh Code 0）は常時ゼロであり、乗算器7を介したPN符号はそのままパイロット・チャンネルとしてチャンネル加算器14に送られることになる。よって、移動端末5において基地局から送信されるPN符号を検出するときには、パイロット・チャンネルの拡散符号のタイミングを検索する。また、シンク・チャンネル・データは、値が32のウォルシュ符号とPN符号とが乗算器8で乗算された値と乗算器9で乗算される。ページング・チャンネル・データは、値が1のウォルシュ符号とPN符号とが乗算器10で乗算された値と乗算器11で乗

算される。トラフィック・チャンネル・データは、値が n のウォルシュ符号とPN符号とが乗算器12で乗算された値と乗算器13で乗算される。上記パイロット・チャンネル及びそれぞれの乗算器9、11、13で乗算されたチャンネルはチャンネル加算器14に送られた後、基地局の変調器へ送出される。

【0037】移動端末5ではウォルシュ符号の番号を選択することにより、パイロット・チャンネル以外の希望のコード・チャンネルのデータを復調する。CDMA方式ディジタル移動通信システムは、他の方式の移動通信システムと異なり、隣合う領域、即ちサービスエリアを含めて全ての基地局が同一の周波数を使用する。このため、1周波数チャンネルを受信する一つの受信機で複数の基地局が送信するPN符号を検出できるので、測位を行うには非常に都合が良い。また、パイロットPNオフセットと呼ばれる基準タイミングからの遅延時間が基地局毎に予め決められていて、各基地局はPN符号を上記パイロットPNオフセット分だけ遅延して送信している。よって、スペクトル拡散においては、時間差を持たせて多重された信号であれば受信側で分離復調できるので、移動端末において複数の基地局からのPN符号を検出することが可能である。

【0038】次に、受信側である移動端末について説明する。CDMA方式ディジタル移動通信システムを利用した測位システムでは、移動端末において各基地局が送信するパイロット・チャンネルを受信し、検出する。図3には、各基地局から送信されるパイロット・チャンネルを検出する検出回路の概略的な構成を示す。

【0039】基地局からの信号は移動端末のアンテナ15を介して受信機16に入力される。受信機16では、受信された周波数がマッチト・フィルタ17に最適な周波数にダウンコンバートされ、検波されて、マッチト・フィルタ17に入力される。マッチト・フィルタ17は予め決められた符号列、即ちPN符号との相関値を計算し、その相関の程度に応じた出力が得られる。

【0040】図4は上記マッチト・フィルタ17の出力の一例として、米国のCDMA方式ディジタル移動通信システムによるPN符号の周期は約26.7msであり、上記マッチト・フィルタ17からの出力もその周期で特定の基地局に対応する出力となる。異なる基地局はPN符号を予め決められた送信時間の差分、具体的にはいわゆるパイロットPNオフセット分だけずらして送信している。このパイロットPNオフセットとは、スペクトル拡散信号の送信時の基準タイミングに対する各基地局毎に設定された時間遅延量のことである。よって、上記マッチト・フィルタ17からの出力も、パイロットPNオフセット分だけずれた時刻に検出される。尚、各基地局1、2に対応する出力S1、S2が複数のピークを持っているのは、複数の反射波によるいわゆる

マルチパスが存在し、伝搬経路長差に応じた時間だけずらしてPN符号が検出されるためである。

【0041】図5には、各基地局から送信されるパイロット・チャンネルを検出するための回路の第2の概略的な構成を示す。アンテナ20を介して得られる基地局からの信号は受信機21でダウンコンバート及び検波され、乗算器22に入力される。一方、PN符号発生器23で発生されたPN符号も上記乗算器22に入力され、受信信号と掛け合わされる。この掛け合わされた信号は次に積算器24に入力され、各時刻の掛け算結果が足し合わされていく。上記積算器24では制御回路26のリセット信号によりリセットされてから入力信号を足し合わせ、その出力は制御回路26によりホールド回路25でホールドされ、相関結果が得られる。この相関結果は瞬間での相関値であり、PN符号1周期分の結果を得るためにはPN符号発生器23の出力を時間的にシフトさせて、上記一連の相関値を得る操作を繰り返す。ここで、制御回路26からPN符号発生器23に入力される信号はPN符号をシフトするための制御信号である。この検出回路を用いることにより図3に示す構成からの出力と同様の出力を得ることができるが、PN符号1周期分の結果を得るのに時間がかかる。しかし、回路規模が小さくて済むことが特徴である。

【0042】次に、測位方法について詳細に説明する。上記各基地局1、2、3、4から送信される信号の移動端末5までの伝搬時間を tp_1 、 tp_2 、 tp_3 、 tp_4 とする。上記基地局1、2、3、4は予め決められたパイロットPNオフセット分だけずらしてPN符号を送信しており、その遅延時間を ts_1 、 ts_2 、 ts_3 、 ts_4 とする。また、時間的にずらさないで送信する場合のPN符号を送信する時刻を t_0 とし、移動局の移動端末5が各基地局1、2、3、4のPN符号を受信する時刻を t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 とする。

【0043】よって、各基地局1、2、3、4と移動端末5との距離は伝搬時間に電波の速度、即ち光速をかけたものに等しいので、次の(1)～(4)式が得られる。ここでは、4つの基地局からのPN符号を検出できたとして説明している。

【0044】

$$(x-x_1)^2+(y-y_1)^2+(z-z_1)^2=(tp_1 \times c)^2 \dots (1)$$

$$(x-x_2)^2+(y-y_2)^2+(z-z_2)^2=(tp_2 \times c)^2 \dots (2)$$

$$(x-x_3)^2+(y-y_3)^2+(z-z_3)^2=(tp_3 \times c)^2 \dots (3)$$

$$(x-x_4)^2+(y-y_4)^2+(z-z_4)^2=(tp_4 \times c)^2 \dots (4)$$

ここで、 c は光速である。

【0045】上記(1)～(4)式において、未知数は x 、 y 、 z 、 tp_1 、 tp_2 、 tp_3 、 tp_4 の7個である。次に、各基地局がPN符号の先頭を送信する時刻はそれぞれ $t_0 + ts_1$ 、 $t_0 + ts_2$ 、 $t_0 + ts_3$ 、 $t_0 + ts_4$ である。これらの時刻によるPN符号を移動端末5が受信する時刻には伝搬遅延が加わるの

で、それぞれの時刻は $t_0 + t_{s1} + t_{p1}$ 、 $t_0 + t_{s2} + t_{p2}$ 、 $t_0 + t_{s3} + t_{p3}$ 、 $t_0 + t_{s4} + t_{p4}$ となる。ここで、移動端末5内での処理時間は相殺されるため、上記それぞれの時刻では削除してある。

【0046】CDMA方式デジタル移動通信システムでは移動端末5の正確な時刻合わせは行なわれないため、移動端末5側では時刻 t_0 を判別することができな

$$dt_2 = t_2 - t_1 = t_0 + t_{s2} + t_{p2} - (t_0 + t_{s1} + t_{p1}) = t_{s2} - t_{s1} + t_{p2} - t_{p1} \dots (5)$$

$$dt_3 = t_3 - t_1 = t_0 + t_{s3} + t_{p3} - (t_0 + t_{s1} + t_{p1}) = t_{s3} - t_{s1} + t_{p3} - t_{p1} \dots (6)$$

$$dt_4 = t_4 - t_1 = t_0 + t_{s4} + t_{p4} - (t_0 + t_{s1} + t_{p1}) = t_{s4} - t_{s1} + t_{p4} - t_{p1} \dots (7)$$

【0048】上記(1)～(4)式に上記(5)～

(7)式を加えると合計7式になり、未知数は7個であるので解を得ることができる。また、5つ以上の基地局からのPN符号が検出された場合には、最小自乗法等を用いて解を求めることができ、基地局が4つの場合と比較して測位精度の向上が期待できる。

【0049】次に、スペクトル拡散信号の到来タイミングを決定するためのPN符号検出回路の概略的な構成を図7に示す。移動端末5において受信された信号はPN符号相関器30でPN符号との相関値が計算され出力される。このPN符号相関器30は、具体的には図3又は図5に示した回路を用いる。このPN符号相関器30から出力される相関値を c とし、この相関値 c を遅延回路31で遅延した信号を b 、この遅延信号 b を遅延回路32でさらに遅延した信号を a とする。また、閾値を d とする。比較器33、34を用いて、それぞれ $a < b$ 、 $c < b$ の条件で最高点を検出し、比較器35を用いて $b > d$ の条件で一定レベル以上のものを検出して、AND回路36を介すことにより、時刻を記録するためのイネーブル信号 EN_1 として書き込み制御回路37に入力される。一方、時計、或いはタイマ39の値は書き込み制御回路37に入力される。書き込み制御回路37は、上記イネーブル信号である入力信号 EN_1 、及び後述する入力信号 EN_2 、 EN_3 が全てハイレベルの場合に、書き込み信号 WR を出力し、また、時計39からの値をメモリ等から成る記録媒体38へ記録する。

【0050】上記CDMA方式デジタル移動通信システムの受信側では、RAKE受信機という技術を使用する。従来の移動通信システムでは、マルチパスが存在すると妨害となっていたが、CDMA方式デジタル移動通信システムで用いられるスペクトル拡散技術では、マルチパスが存在しても各反射波にPN符号のタイミングを合わせて逆拡散することによりそれぞれの反射波を別々に復調することができるため、マルチパスを復調し合成することで誤り率を改善する特徴がある。従って、CDMA方式デジタル移動通信システムでは、より強いマルチパスを利用しようとする。即ち、マルチパスが存在し、PN符号検出器に複数のピークが検出された場合には、エネルギーの大きい信号から選んで復調する。

【0051】これに対して、本発明の測位システムで

い。従って、移動端末5が測定することができるのは、図6に示されるように各基地局のPN符号が移動端末5に到来する時間差である。例えば、基地局1を基準にした基地局2、基地局3、及び基地局4からのPN符号の受信時の時間差 dt_2 、 dt_3 、 dt_4 は次の(5)～(7)式に示すようになる。

【0047】

は、各基地局からの複数のマルチパスのうち最も早い反射波の受信時刻を測位に利用する。測位システムにおいては、基地局から移動端末までの直線距離を知ることが重要であり、遅延の小さなパスほど直接波に近く、伝搬時間に光速を掛けた値が基地局と移動端末の直線距離に近くなるためである。

【0052】図8は、上述のマルチパスのうちで最も早い反射波を受信する受信機の概略的な回路図である。ここで、PN符号検出回路40は、図7に示す回路である。図9に示されるように、PN符号検出器40からの出力ODはマルチパスによって各基地局毎に固まって出現する。従って、このマルチパスから各反射波を検出する場合には、各基地局に対応した範囲を定め、その範囲内のみを調べる。これにより不要な範囲を調べることがない。上記PN符号検出器40は、図9の検出期間 IP を示す信号を入力信号 EN_2 として入力することにより、決められた範囲内の最高点のみが記録される。一方、Dフリップフロップ41からの出力はNOT回路42で反転され、この反転信号が入力信号 EN_3 として入力される。このDフリップフロップは検出期間 IP の先頭で発生されるリセット信号 RE により出力がローレベルとなり、検出期間 IP 内で最高点が検出される。次に、書き込み信号 WR が発生されるとハイレベルとなり、それ以後の記録が禁止される。このため、検出範囲内の先頭の最高点の受信時刻のみが記録される。図5に示すようなPN符号相関器の場合には、このPN符号相関器内で発生されるPN符号のタイミングを進める方向で動作させれば、PN符号の相関出力は図9で示される出力とは時間的に逆方向に出力される。その場合には、入力信号 EN_3 を使用する必要がない。即ち、同じ検出範囲内で最高点が検出されれば、重ね書きするようにしておけば良い。

【0053】上述のように、4つの基地局のパイロット・チャンネルに含まれるPN符号を検出するためには、遠くて信号強度の弱いPN符号も検出しなければならない。図5に示すPN符号相関器を用いた場合には、PN符号長を長くしても、回路規模は殆ど大きくなり、相関をとるPN符号長を変えることが容易である。但し、相関をとるPN符号長を長くすれば遠くの基地局から届く弱いPN符号まで検出することができるが、複数の基

地局分の検出期間を一通り調べるのに時間がかかり過ぎてしまう。そこで、まずPN符号長を比較的短くしてPN符号の検出を行う。これにより、基地局4つ分のPN符号の検出ができれば、移動端末の位置を計算することができる。また、基地局が4つに満たない場合には、PN符号長を長くして未検出範囲を調べることにより、あまり時間をかけずに遠い基地局まで検出することができる。さらに、後述するような方法で、各基地局のパイロットPNオフセットと基地局の位置情報とを保持することにより、信号の強い基地局の近傍に移動端末がいると考え、この移動端末の近傍の基地局からの各基地局の距離をもとに、検出できそうな基地局を選択して、検出期間を限定したり基地局毎にPN符号長を変えて相関をとったりすることで検出時間の短縮或いは検出能力、即ち感度を高めることも可能である。

【0054】1つの基地局からのマルチパスのうち最も早い反射波の受信時刻を記録したり、相関をとるPN符号長を長くすることで検出能力を高くしたりする方法について上述したが、信号強度が小さくてもできる限り早い反射波を見つけるためには相関をとるPN符号長を長くする必要がある。しかし、PN符号長を常時長くすると、検出に要する時間が長くなり過ぎる。そこで、時間がかからない程度のPN符号長で検出を行い、次にPN符号が検出されたタイミングの直前の短期間を符号長を長くして再検出することで早い反射波を検出する。これにより、早い信号強度の弱いPN符号を、検出時間をあまりかけずに検出することができる。また、移動端末における基地局4つ分のPN符号の受信時刻が測定でき、これにより移動端末の位置を上記(1)～(7)式を用いて計算したときに、通常の範囲を越えた解が得られた場合、或いは基地局5つ以上のPN符号の受信時刻が得られ、最小自乗法などを用いて解を求めた結果、誤差が大きいと判断された場合に、もっと早い反射波を見つけるために、PN符号長を長くして再検出を行っても良い。

【0055】上述したように、各基地局の位置を既知とした場合には、計算により移動端末の位置を特定することができる。しかし、CDMA方式ディジタル移動通信システムにおいては、移動端末が基地局の位置を知る手段を有しておらず、新たにその手段を用意しなければならない。よって、この基地局の位置を知る手段として、移動端末内にパイロットPNオフセットから基地局の位置を求める変換テーブルを予め内蔵し、位置計算に使用する手段を用いる。

【0056】図10には、移動端末の受信回路の第1の概略的な構成を示す。移動端末の電源投入後、或いはリセット後、図7に示すような構成のPN符号検出器52でPN符号のタイミングを調べ、その結果をシンク・チャンネル復調器50に送る。シンク・チャンネル復調器50は、上記入力されたタイミングにPN符号を合わせ、シンク・チャンネル・データを復調する。シンク・チャンネルにはその基地局の情報が送られており、パイロットPNオフセットが含まれる。PN時間シフト量抽出回路51は、上記復調されたシンク・チャンネル・データからその基地局のパイロットPNオフセットを抽出する。抽出されたパイロットPNオフセットは基地局別PN符号タイミング抽出回路53に供給される。一方、PN符号検出器52は各タイミングの相関値を基地局別PN符号タイミング抽出回路53に供給する。基地局別PN符号タイミング抽出回路53はシンク・チャンネル復調器50が発生しているPN符号の復調タイミングとPN時間シフト量抽出回路51から受け取るパイロットPNオフセットとから基準のタイミングを検出し、PN符号検出器52の検出結果から検出できた各基地局のパイロットPNオフセット t_{s1} 、 t_{s2} 、 \dots を特定して基地局座標出力回路54に供給するとともに、各基地局のパイロットPNオフセット t_{s1} 、 t_{s2} 、 \dots と受信時刻 t_1 、 t_2 、 \dots とを位置計算回路55に供給する。各基地局のPN符号のパイロットPNオフセットを受け取った基地局座標出力回路54は位置計算回路55に各基地局の座標を供給する。位置計算回路55は各基地局のパイロットPNオフセット t_{s1} 、 t_{s2} 、 \dots 、受信時刻 t_1 、 t_2 、 \dots 、及び各基地局の座標情報 (x_1, y_1, z_1) 、 (x_2, y_2, z_2) 、 \dots から移動端末の位置を計算し、結果を出力する。

【0057】次に、移動端末の受信回路の第2の概略的な構成を図11に示す。この第2の実施例が、上述した第1の実施例と異なる点は、基地局の位置情報である座標情報を基地局からシンク・チャンネルを介して受け取って用いることである。基地局はシンク・チャンネルを用いて自局のパイロットPNオフセットだけでなく、周辺の基地局のパイロットPNオフセットと座標情報とを送信する。

【0058】ここで、図12にCDMA方式ディジタル移動通信システムにおける基地局から移動局方向へのメッセージのフォーマットを示す。このメッセージは、メッセージ長ML、メッセージ・タイプMTとデータDTとから成るメッセージ・ボディMB、及びエラー・チェック・ビットECにより構成される。このメッセージの内のメッセージ・タイプMTに、新たに基地局のパイロットPNオフセットと座標情報とを割り当てることによって、シンク・チャンネルを用いて上記データを移動端末に送ることが可能になる。

【0059】移動端末の電源投入後、或いはリセット後、移動端末はPN符号検出器62でPN符号のタイミングを調べ、その結果をシンク・チャンネル復調器60に送る。シンク・チャンネル復調器60はそのタイミングにPN符号を合わせ、シンク・チャンネル・データを復調する。シンク・チャンネルにはその基地局の情報が

送られており、その中にはパイロットPNオフセットが含まれる。PN時間シフト量抽出回路61はその復調されたシンク・チャンネル・データからその基地局のパイロットPNオフセットを抽出する。抽出されたパイロットPNオフセットは基地局別PN符号タイミング抽出回路63に供給される。基地局座標情報抽出回路66は上記復調されたシンク・チャンネル・データから各基地局のパイロットPNオフセットに対応する基地局の座標情報を抽出し、基地局座標出力回路64に供給する。これにより、基地局座標出力回路64はパイロットPNオフセットと基地局の座標情報とのテーブルを持つことができる。一方、PN符号検出器62は各タイミングの相関値を基地局別PN符号タイミング抽出回路63に供給する。基地局別PN符号タイミング抽出回路63はシンク・チャンネル復調器60が発生しているPN符号のタイミングとPN時間シフト量検出回路61から受け取るパイロットPNオフセットとから基準のタイミングを検出し、PN符号検出器62の検出結果から検出された各基地局のパイロットPNオフセット t_{s1} 、 t_{s2} 、 \dots を特定して基地局座標出力回路64に供給するとともに、各基地局のパイロットPNオフセット t_{s1} 、 t_{s2} 、 \dots と受信時刻 t_1 、 t_2 、 \dots とを位置計算回路65に供給する。また、各基地局のPN符号のパイロットPNオフセットを受け取った基地局座標出力回路64は、位置計算回路65に各基地局の座標情報を供給する。位置計算回路65は各基地局のPN符号のパイロットPNオフセット t_{s1} 、 t_{s2} 、 \dots 、受信時刻 t_1 、 t_2 、 \dots 、及び各基地局の座標情報 (x_1, y_1, z_1) 、 (x_2, y_2, z_2) 、 \dots から移動端末の位置を計算し、結果を出力する。

【0060】次に、移動端末の受信回路の第3の概略的な構成を図13に示す。この第3の実施例が、上述した第1の実施例と異なる点は、基地局の座標情報を基地局から既存のページング・チャンネルを介して受け取って用いることである。基地局はページング・チャンネルを用いて自局のパイロットPNオフセットだけでなく、周辺の基地局のパイロットPNオフセットと座標情報とを送信する。移動端末の電源投入後、或いはリセット後、PN符号検出器72はPN符号のタイミングを調べ、その結果をシンク・チャンネル復調器70に送る。シンク・チャンネル復調器70はそのタイミングにPN符号を合わせ、シンク・チャンネル・データを復調する。シンク・チャンネルにはその基地局の情報が送られており、その中にはパイロットPNオフセットが含まれる。PN時間シフト量抽出回路71は上記復調されたシンク・チャンネル・データからその基地局のパイロットPNオフセットを抽出する。抽出されたパイロットPNオフセットは基地局別PN符号タイミング抽出回路73に供給される。

【0061】ページング・チャンネル復調器77はページング・チャンネルの復調を行い、この復調されたページング・チャンネル・データは基地局座標情報抽出回路76に供給される。基地局座標情報抽出回路76は各基地局のパイロットPNオフセットに対応する基地局の座標情報を抽出し、基地局座標出力回路74に供給する。これにより、基地局座標出力回路74はパイロットPNオフセットと基地局の座標情報とのテーブルを持つことができる。一方、PN符号検出器72は各タイミングの相関値を基地局別PN符号タイミング抽出回路73に供給する。基地局別PN符号タイミング抽出回路73はシンク・チャンネル復調器70が発生しているPN符号のタイミングとPN時間シフト量検出回路71から受け取るパイロットPNオフセットとから基準のタイミングを検出し、PN符号検出器72の検出結果から検出された各基地局のパイロットPNオフセット t_{s1} 、 t_{s2} 、 \dots を特定して基地局座標出力回路74に供給するとともに、各基地局のパイロットPNオフセット t_{s1} 、 t_{s2} 、 \dots と受信時刻 t_1 、 t_2 、 \dots とを位置計算回路75に供給する。各基地局のパイロットPNオフセットを受け取った基地局座標出力回路74は、位置計算回路75に各基地局の座標情報を供給する。位置計算回路75は各基地局のパイロットPNオフセット t_{s1} 、 t_{s2} 、 \dots 、受信時刻 t_1 、 t_2 、 \dots 、及び各基地局の座標情報 (x_1, y_1, z_1) 、 (x_2, y_2, z_2) 、 \dots から移動端末の位置を計算し、結果を出力する。

【0062】次に、移動端末の受信回路の第4の概略的な構成を図14に示す。この第4の実施例が、上述した第1の実施例と異なる点は、基地局の座標情報を基地局から新たに設けた測位用データ・チャンネルを介して受け取って用いることである。基地局は新たに設けた測位用データ・チャンネルを用いて自局のパイロットPNオフセットだけでなく、周辺の基地局のパイロットPNオフセットと座標情報とを送信する。上述した第2、第3の実施例では、CDMA方式デジタル移動通信システムに使用される既存のチャンネルを利用するため、CDMA方式デジタル移動通信システムに悪影響を与える可能性もある。即ち、CDMA方式デジタル移動通信システムの運用が開始されているところに、CDMA方式デジタル移動通信システム用チャンネルに新たなメッセージを設けることは、既に販売されている端末に障害を与えないとは言えず、既に売られている移動端末が新たなメッセージを全く無視して影響無く動作する保証はない。これに対して、専用のデータチャンネルを用意することにより、CDMA方式デジタル移動通信システムに与える悪影響の可能性を軽減することができる。

【0063】移動端末の電源投入後、或いはリセット後、PN符号検出器82はPN符号のタイミングを調べ、その結果をシンク・チャンネル復調器80へ送る。シンク・チャンネル復調器80はそのタイミングにPN

符号を合わせシンク・チャンネル・データを復調する。シンク・チャンネルにはその基地局の情報が送られており、その中にはパイロットPNオフセットが含まれる。PN時間シフト量抽出回路81はその復調されたデータからその基地局のパイロットPNオフセットを抽出する。抽出されたパイロットPNオフセットは基地局別PN符号タイミング抽出回路83に供給される。測位専用チャンネル復調器87は測位専用チャンネルの復調を行い、測位専用チャンネル・データが基地局座標情報抽出回路86に供給される。基地局座標情報抽出回路86はパイロットPNオフセットに対応する基地局の座標情報を抽出し、基地局座標出力回路84に供給する。これにより、基地局座標出力回路84はパイロットPNシフト量と基地局の座標とのテーブルを持つことができる。一方、PN符号検出器82は各タイミングの相関値を基地局別PN符号タイミング抽出回路83に供給する。基地局別PN符号タイミング抽出回路83はシンク・チャンネル復調器80が発生するPN符号のタイミングとPN時間シフト量抽出回路81から受け取るパイロットPNオフセットから基準のタイミングとを検出し、PN符号検出器82の検出結果から検出された各基地局のパイロットPNオフセット t_{s1} 、 t_{s2} 、...を特定して基地局座標出力回路84に供給するとともに、各基地局のパイロットPNオフセット t_{s1} 、 t_{s2} 、...と受信時刻 t_1 、 t_2 、...とを位置計算回路85に供給する。各基地局のパイロットPNオフセットを受け取った基地局座標出力回路84は、位置計算回路85に各基地局の座標情報を供給する。位置計算回路85は各基地局のパイロットPNオフセット t_{s1} 、 t_{s2} 、...、受信時刻 t_1 、 t_2 、...、及び各基地局の座標情報 (x_1, y_1, z_1) 、 (x_2, y_2, z_2) 、...から移動端末の位置を計算し、結果を出力する。

【0064】上記第4の実施例では、基地局が新たに設けた測位用データ・チャンネルを用いて、自局を含めた周辺基地局のパイロットPNオフセットと座標情報とを送る場合にビットレートを低くし、スペクトル拡散を行う際の拡散率を大きくすることによって、測位用データ・チャンネルの送信電力を小さく抑え、CDMA方式デジタル移動通信システム本来のサービスへの影響、例えばシステム容量の減少等を小さくする。測位用データ・チャンネルで送信するデータは少なくとも基地局10～20局分のパイロットPNシフト量及び位置情報であること、移動通信システムの電話端末とは異なり、初期化が終了するまでの時間に厳しくないこと、そしてこれらの情報は固定値であることからスペクトル拡散信号のデータレートは小さくて良い。具体的には、情報量は500ビット程度で、転送時間に数秒かかっても良いとすると、スペクトル拡散信号のデータレートは1000bps或いはそれ以下になる。CDMA方式デジタル移動通信システムのスペクトル拡散率は100倍から300倍

程度であるが、測位専用チャンネルの場合に、例えば10000倍以上にすることによって、既存のチャンネルの送信電力に比べて数十分の一以下、データレートによっては百分の一以下にできるので、本来のCDMA方式デジタル移動通信システムには、ほとんど影響を与えないで済む。

【0065】また、上記第2の実施例では各基地局のパイロットPNオフセットと位置情報とをシンク・チャンネルを用いて送信する場合、上記第3の実施例では各基地局のパイロットPNオフセットと位置情報とをページング・チャンネルを用いて送信する場合、及び、上記第4の実施例では各基地局のパイロットPNオフセットと位置情報とを新たに設けたデータ・チャンネルを用いて送信する場合に、自局の位置は省略せずにそのまま送り、周辺の基地局の位置については自局の位置との差を送るようにすれば、送信データ量を小さく抑えることができる。例えば、位置を局座標（緯度、経度、高度）を用いて1メートルまで表現するには65ビットが必要である。これに対して、例えば、周辺の基地局が緯度経度で+10～-10分、高度差で+1000～-1000メートルとすれば、上記必要な65ビットを43ビットに抑えることができる。

【0066】さらに、上記第2、第3、第4の実施例において、各基地局のパイロットPNオフセットと位置情報とを送信する場合には、基地局が n 局であるとする、図15に示されるように、自局データ DT_1 及びチェックビット CB_1 の後に、 n 局分の基地局データとチェックビットとが、基地局データ DT_2 、チェックビット CB_2 、...、基地局データ DT_n 、チェックビット CB_n の順に送信される。このように、各基地局に対応する情報毎に誤り検出又は誤り訂正符号を付けて送信する。このとき、移動端末が必要とするのは、PN符号

を検出することができた基地局のパイロットPNオフセット及び位置情報であり、全ての基地局の情報を正しく受け取る必要は無い。ここで、移動通信においては送信データに誤りを生ずる可能性があり、ビット誤り率が一定であって、データ長が大きくなると、誤りが生ずる確率も大きくなる。従って、誤り検出又は誤り訂正符号を付けるデータの単位を小さくすれば、1つのデータ単位で誤りが生じる確率は小さくなる。これにより、移動端末は全てのPN符号を検出することができた基地局の情報を受け取ることができれば測位を行うことができる。

【0067】上記複数の実施例では、CDMA方式デジタル移動通信システムを用いて測位を行い、これによって移動端末側で自分自身の位置を知ることが可能になる方法について説明した。しかし、このままではRDS (Radio Determination Satellite Service) のようなサービスを提供することはできない。例えば、運送会社のセンタが各トラックの位置を管理しようとする場合には、なんらかの手段を用いて移動端末で測位した結果を

センタに送信しなければならない。そこで、CDMA方式デジタル移動通信システムで使用されているアクセス・チャンネルを用いて、測位データを転送する手段を用意することを考える。

【0068】図16は、基地局の受信機のチャンネルの概略的な構成を示しており、アンテナ96で受信されたスペクトル拡散信号は、受信機95で各チャンネル毎に分割され、復調器に送られる。上記アクセス・チャンネルは、移動通信システムの電話端末が発信する際の発信要求を送信したり、ページング・チャンネルを用いた基地局からのメッセージに対する応答メッセージを送信するために用いられる。このアクセス・チャンネルは1ページング・チャンネルに付き数チャンネルあるので、それぞれアクセス・チャンネル復調器90、アクセス・チャンネル復調器91、・・・に送られて復調される。このアクセス・チャンネルのフォーマットは、図17に示すようにメッセージ長ML、メッセージ・ボディMB、及びエラー・チェック・ビットECから成り、上記メッセージ・ボディMBは、メッセージ・タイプMT、測位データ番号DD、及び測位データDAにより構成される。このメッセージ・タイプMTに位置情報転送用のメッセージを割り当てることによって測位データの転送が可能になる。

【0069】図18には、アクセス・チャンネルを用いて測位を行う測位システムの構成を示す。移動端末5はアクセス・チャンネルを介して測位結果を送信する。この送信された信号は複数の基地局に受信される可能性がある。例えば、基地局1、2、3に受信された信号は制御局100に送られ、この制御局100で測位データ中に含まれる測位データ番号DDにより重複データが削除された後、各ユーザ局101、102、103に転送される。

【0070】上述のようにアクセス・チャンネルを用いる場合には、移動通信システムの電話端末と本発明の測位用移動端末とを兼用する場合に不都合が生じる可能性がある。そこで、移動通信システムの電話端末は、通話中にトラフィック・チャンネルと呼ばれる通話チャンネルを使用していることから、通話中はトラフィック・チャンネルを用いて測位データの転送を行い、待ち受け状態である場合にはアクセス・チャンネルを用いて測位データの転送を行う。これにより、CDMA方式デジタル移動通信システムの電話端末と測位システム用の移動端末との両方に使用することができる端末を実現することができる。上記トラフィック・チャンネルのフォーマットは図17に示したアクセス・チャンネルのフォーマットと同様である。また、基地局の受信機のチャンネルの概略的な構成は図16に示すものと同様であり、上記トラフィック・チャンネルもアクセス・チャンネルと同様に、1ページングチャンネルに付き数チャンネルあるので、それぞれトラフィック・チャンネル復調器92、

トラフィック・チャンネル復調器93、・・・に送られて復調される。

【0071】さらに、CDMA方式デジタル移動通信システムで既に使用されているアクセス・チャンネル或いはトラフィック・チャンネルを用いて測位データを転送する場合には、移動通信システムの電話端末に悪い影響を与える可能性がある。そこで、測位データ専用チャンネルを用意することが考えられる。測位専用チャンネルのフォーマットはCDMA方式デジタル移動通信システムの既存のチャンネルのフォーマットと同じにする必要はなく、少なくとも測位データ番号があれば良い。また、受信機側のチャンネルの構成には、図16に示すように測位専用チャンネル復調器94が設けられる。測位専用チャンネルを使用した測位システムも、図18に示した測位システムと同様であり、移動端末5は測位専用チャンネルを介して測位結果を送信する。この送信信号は複数の基地局に受信される可能性があり、受信された信号は制御局1に送られて測位データ中に含まれる測位データ番号により重複データを削除され、ユーザ局101、102、103に転送される。

【0072】また、上記測位専用チャンネルを用いる場合には、ビットレート小さくして、スペクトル拡散信号の拡散率を大きくし、送信電力を小さくすることによって、移動通信システムの電話端末への影響を小さく抑えることができる。

【0073】ここで、上述のように測位専用チャンネルをCDMA方式デジタル移動通信システムに設けて測位データを転送する場合に、測位専用チャンネルはCDMA方式デジタル移動通信システムの既存のチャンネルと同一周波数で測位データを転送するため、測位用移動端末が頻繁にデータを送信しようとするときには、移動通信システムの電話端末に悪影響が出て、通話品質の

低下及びシステム・キャパシティの低下を招くことが予想される。そこで、CDMA方式デジタル移動通信システムとは独立した通信網を用い、この通信網を測位データ転送チャンネルとすることでこれを回避することができる。メッセージ・フォーマットはCDMA方式デジタル移動通信システムのチャンネルのフォーマットと同様にする必要はないが、少なくとも測位データ番号は必要である。測位データ転送チャンネルを使用した場合の測位システムは図19に示すようであり、移動端末5は測位データ転送チャンネルを介して測位結果を送信する。この送信信号は別システムの基地局19に受信され、各ユーザ局101、102、103に転送される。

【0074】

【発明の効果】以上の説明からも明らかなように、本発明に係る測位システムは、複数の基地局との間でCDMA方式により通信を行う移動通信システムにおける移動局の位置を測定する測位システムであって、上記複数の基地局が送信する同系列のスペクトル拡散信号から、予

め各基地局毎に決められた送信時間の差分を減算し、複数の基地局からのスペクトル拡散信号の伝搬遅延時間差を得ることにより、上記移動局の位置を簡易に求めることができる。

【0075】また、上記移動局は上記複数の基地局が送信するスペクトル拡散信号と同じスペクトル拡散信号を発生し、このスペクトル拡散信号と上記複数の基地局が送信するスペクトル拡散信号との相関値を算出する相関値算出手段と、この相関値を遅延する複数の遅延手段と、これら複数の遅延手段からの複数の遅延信号を相互に比較する複数の比較手段と、これら複数の比較手段により比較された複数の遅延信号が所定のエネルギー以上のエネルギーをもつスペクトル拡散信号を受信した時刻を測定する測定手段とにより、上記移動局はスペクトル拡散信号の受信タイミングを決定することにより、スペクトル拡散信号のPN符号の検出性能を向上させることができ、このPN符号の検出時間を短縮することができる。

【0076】さらに、上記移動局はマルチパスによって複数のタイミングで受信した複数の基地局からのスペクトル拡散信号の中で最も早いタイミングのスペクトル拡散信号を、所定の基地局から送信されるスペクトル拡散信号の受信タイミングとすることにより、スペクトル拡散信号のPN符号の検出性能を向上させることができ、このPN符号の検出時間を短縮することができる。

【0077】そのうえ、上記移動局から遠い基地局から送信されるスペクトル拡散信号の拡散符号長を大きくして、相関値を計算することにより、スペクトル拡散信号のPN符号の検出性能を向上させることができ、このPN符号の検出時間を短縮することができる。

【0078】さらに、上記移動局は複数の基地局から送信されるスペクトル拡散信号を検出した後、スペクトル拡散符号検出のための拡散符号長を大きくして既に検出したタイミングより早い範囲で、さらに先行するタイミングのスペクトル拡散信号があるか否かを検索することにより、スペクトル拡散信号のPN符号の検出性能を向上させることができ、このPN符号の検出時間を短縮することができる。

【0079】ここで、上記移動局は、予め複数の基地局毎に決められたスペクトル拡散信号の送信時間の差分と位置情報とをテーブルとして備え、複数の基地局から送信されるスペクトル拡散信号の周期情報を送信するためのシンク・チャンネルのメッセージを復調し、復調タイミングを検出する復調手段と、上記復調手段により復調されたデータから上記基地局のスペクトル拡散信号の送信時間の差分を求めるシフト量抽出手段と、上記スペクトル拡散信号の受信時刻を検出する受信信号検出手段と、上記復調手段からの復調タイミングと上記シフト量抽出手段からの送信時間の差分と上記受信信号検出手段からのスペクトル拡散信号の受信時刻とにより受信信号の基準タイミングを求めるタイミング抽出手段と、上記

タイミング抽出手段により抽出された受信信号の基準タイミングから複数の基地局の座標情報を求める基地局座標出力手段と、上記タイミング抽出手段からの複数の基地局の受信時刻及び送信時間の差分と、上記基地局座標出力手段からの複数の基地局の座標情報とにより複数の基地局の位置を算出する位置算出手段とから成ることにより、上記移動局の位置を算出する際に必要な基地局に位置情報を簡易に求めることができる。

【0080】また、上記所定の基地局及びこの所定の基地局の周辺の基地局のスペクトル拡散信号の送信時間の差分と座標情報とを含むメッセージを、複数の基地局から送信されるスペクトル拡散信号の周期情報の送信に用いられるシンク・チャンネル、チャンネルの割り当て情報の送信に用いられるベージング・チャンネル、又は測位専用チャンネルを介して送信することにより、上記移動局の位置を算出する際に必要な基地局に位置情報を簡易に求めることができる。

【0081】さらに、上記測位専用チャンネルのデータレートを小さくし、スペクトル拡散信号の拡散率を大きくすることにより、CDMA方式のデジタル移動通信システム本来のサービスへの悪影響を抑えることができる。

【0082】ここで、上記各基地局において、所定の基地局の座標情報はそのまま送信し、周辺の基地局の座標情報は上記所定の基地局との差を送信することにより、CDMA方式のデジタル移動通信システム本来のサービスへの悪影響を抑えることができる。

【0083】そのうえ、上記所定の基地局及び所定の基地局の周辺の基地局のスペクトル拡散信号の送信時間の差分と座標情報とを送信する際に、それぞれの基地局毎の誤り検出符号又は誤り訂正符号を送信することにより、移動局が必要としない基地局分のデータに誤りがあっても測位を行うことができる。

【0084】上記移動局から基地局方向の通信チャンネルの内のアクセス・チャンネルを用いて、上記移動局の位置情報を基地局或いは測位専用の管理局に送信することにより、CDMA方式のデジタル移動通信システムにより測位された移動端末からユーザ局へ測位結果を転送することができる。

【0085】また、上記移動局が待ち受け状態の場合には上記アクセス・チャンネルを用い、上記移動局が通話状態の場合には音声情報の送信に用いられるトラフィック・チャンネルを用いて上記移動局の位置情報を基地局或いは測位専用の管理局に送信することにより、CDMA方式のデジタル移動通信システムにより測位された移動端末からユーザ局へ測位結果を転送することができる。

【0086】このとき、上記移動局から基地局方向の通信チャンネルに測位結果送信用チャンネルを設け、この測位結果送信用チャンネルを用いて上記移動局の位置情

報を基地局或いは測位専用の管理局に送信することにより、CDMA方式のデジタル移動通信システムにより測位された移動端末からユーザ局へ測位結果を転送することができる。

【0087】また、上記移動局から送信されるスペクトル拡散信号のデータレートを小さくし、スペクトル拡散信号の拡散率を大きくすることにより、CDMA方式のデジタル移動通信システムに与える影響を小さく抑えて移動端末からユーザ局へ測位結果を転送することができる。

【0088】さらに、上記移動局はCDMA方式デジタル移動通信システムにより使用される周波数チャンネル以外の周波数チャンネルを用いて、CDMA方式デジタル移動通信システムによる複数の基地局或いは測位専用の管理局又は既存の通信網による複数の基地局に上記移動局の位置情報を送信することにより、測位された移動端末からユーザ局へ測位結果を転送することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る測位システムの概念的な構成を示す図である。

【図2】CDMA方式デジタル移動通信システムの基地局から移動局方向のチャンネルの概略的な構成を示す図である。

【図3】移動端末のPN符号検出回路の概略的な構成を示す図である。

【図4】図3のPN符号検出回路からの出力を示す図である。

【図5】第2のPN符号検出回路の概略的な構成を示す図である。

【図6】移動端末で検出される各基地局の時間を示す図である。

【図7】移動端末のPN符号検出回路の概略的な構成を示す図である。

【図8】第2の移動端末のPN符号検出回路の概略的な構成を示す図である。

【図9】図8のPN符号検出回路におけるタイミングを示す図である。

【図10】移動端末の概略的な構成を示す図である。

【図11】シンク・チャンネルを用いた場合の移動端末の概略的な構成を示す図である。

【図12】基地局から移動局方向のメッセージ・フォーマットを示す図である。

【図13】ページング・チャンネルを用いた場合の移動端末の概略的な構成を示す図である。

【図14】測位専用チャンネルを用いた場合の移動端末

の概略的な構成を示す図である。

【図15】各基地局のメッセージ・フォーマットを示す図である。

【図16】CDMA方式デジタル移動通信システムの移動局から基地局方向のチャンネルの基地局の受信機の概略的な構成を示す図である。

【図17】測位データのフォーマットを示す図である。

【図18】本発明に係る測位システムによる測位データを各ユーザ局に転送するシステムの概略的な構成を示す図である。

【図19】本発明に係る測位システムによる測位データを各ユーザ局に転送する第2のシステムの概略的な構成を示す図である。

【図20】デジタル移動通信システムの概略的な構成を示す図である。

【図21】陸上移動通信における電波伝搬の概略的な構成を示す図である。

【図22】陸上移動通信における基地局からの距離と信号強度との関係を示す図である。

【符号の説明】

- 1、2、3、4・・・・・・基地局
- 5・・・・・・移動端末
- 6、23・・・・・・PN符号発生器
- 14・・・・・・チャンネル加算器
- 15、20、96・・・・アンテナ
- 16、21、95・・・・受信機
- 17・・・・・・マッチト・フィルタ
- 19・・・・・・別システム基地局
- 30・・・・・・PN符号相関器
- 40・・・・・・PN符号検出器
- 50、60、70、80・・・・シンク・チャンネル復調器
- 51、61、71、81・・・・PN時間シフト量抽出回路
- 52、62、72、82・・・・PN符号検出器
- 53、63、73、83・・・・基地局別PN符号タイミング抽出回路
- 54、64、74、84・・・・基地局座標出力回路
- 55、65、75、85・・・・位置計算回路
- 66、76、86・・・・基地局座標情報抽出回路
- 77・・・・・・ページング・チャンネル復調器
- 87・・・・・・測位専用チャンネル復調器
- 90、91・・・・アクセス・チャンネル復調器
- 92、93・・・・・・トラフィック・チャンネル復調器
- 94・・・・・・測位専用チャンネル復調器